

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

Die operative Korrektur des rheumatischen Vorfußes

-

Zweijahresergebnisse nach MTP-I-Arthrodese im Vergleich zur Resektionsarthroplastik

INAUGURALE-DISSERTATION

zur

Erlangung des doctor medicinae dentium

der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von
van Deest, Britta
aus Dortmund
2007

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

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

1. Berichterstatter: Prof. Dr. D. Rosenbaum
2. Berichterstatter: Prof. Dr. R.K. Mielke

Tag der mündlichen Prüfung: 21.03.2007

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

Referent: Prof. Dr. D. Rosenbaum

Koreferent: Prof. Dr. R.K. Miehle

ZUSAMMENFASSUNG

Die operative Korrektur des rheumatischen Vorfußes

-

Zweijahresergebnisse nach MTP-I-Arthrodese im Vergleich zur Resektionsarthroplastik

Britta van Deest

Obwohl die operative Korrektur rheumatischer Vorfüße schon umfassend untersucht wurde, gibt es zum direkten Vergleich einer MTP-I-Arthrodese und einer Resektionsarthroplastik an diesem Gelenk keine einheitliche Meinung in der Literatur. Häufig beschäftigten sich die durchgeführten Studien mit einer objektiven Messung oder hauptsächlich mit einer Auswertung der subjektiven Patienteneindrücke. Ziel dieser Arbeit war es, die verschiedenen Operationsmethoden bei zwei Gruppen von Patienten mittels einer pedobarographischen Messung und anhand des *Miehle Scores* zu bewerten.

Die ermittelten pedobarographischen Ergebnisse zeigen eine bessere Funktion des ersten Strahls bei Patienten, die eine Arthrodese bekamen. Der erste Zeh nimmt durch die Arthrodese wieder aktiv am Abrollvorgang teil. Demgegenüber steht die funktionelle Vorfußamputation nach einer Resektionsarthroplastik. Jedoch bleibt die Patientenzufriedenheit in der Arthrodese Gruppe hinter der Zufriedenheitsrate in der Resektionsarthroplastik Gruppe zurück. Weiterhin können sich bei einer Arthrodese Komplikationen ergeben, deren Auswirkungen noch nicht eindeutig geklärt wurden. Die Stellung der Arthrodese sowie die Belastung des proximalen Interphalangealgelenks sollten berücksichtigt werden.

Diese Studie zeigt, dass die Arthrodese eine geeignete Therapiealternative zu einer Resektionsarthroplastik ist. Mit einer Arthrodese übernimmt die Großzehe wieder eine Funktion beim Abrollvorgang des Fußes. Jedoch könnte eine prospektive Studie, die die beiden Therapiealternativen im Vergleich untersucht, vor allem bezüglich der Patientenzufriedenheit, Unterschiede deutlicher aufzeigen.

Tag der mündlichen Prüfung: 21.03.2007

Meinen Eltern
Kordula und Klaus-Peter van Deest
gewidmet

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	I
TABELLENVERZEICHNIS	IX
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IX
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	IX
1 EINLEITUNG	1
1.1 Rheumatoide Arthritis im Allgemeinen	1
1.2 Spezielle Fußproblematik	2
1.2.1 Pathomechanismus der Vorfußdeformitäten	2
1.2.2 Pathomechanismus des Rückfußes und dessen Einfluss auf den Vorfuß	4
1.3 Therapiekonzepte	5
1.3.1 Konservative Therapie	5
1.3.2 Chirurgische Therapie und ihre Historie	6
1.4 Diagnostik	11
1.4.1 Die Methode der Pedobarographie	11
1.4.2 Therapiealternativen und deren bisherige Ergebnisse	13
1.5 Zielsetzung dieser Arbeit	17
2 MATERIAL UND METHODE	18
2.1 Operationstechniken	18
2.1.1 Arthrodesse des Großzehengrundgelenks	18
2.1.2 Resektionsarthroplastik des Großzehengrundgelenks	19
2.1.3 Resektionsarthroplastik der Zehengrundgelenke II-V	20
2.2 Das Patientenkollektiv	21
2.2.1 Daten aller Patienten	21
2.3 Methode	22
2.3.1 Befragung	22
2.3.2 Klinische Untersuchung	23
2.3.3 Radiologische Untersuchung und Befundung	23
2.3.4 Pedobarographische Messung	27
2.3.5 Scores	28
2.4 Die statistische Auswertung und verwendete Software	30
3 ERGEBNISSE	31
3.1 Demographische und klinische Daten	31
3.1.1 Allgemeine Daten	31
3.1.2 Zehenformel	33

3.2	Radiologische Daten	34
3.3	Pedobarographische Daten	39
3.3.1	Die Kontaktfläche des Fußes	39
3.3.2	Die relative Kontaktzeit des Fußes	43
3.3.3	Der Spitzendruck	43
3.3.4	Die maximale Kraft	44
3.3.5	Das Kraft-Zeit-Integral	45
3.3.6	Die geometrischen Fußparameter	48
3.4	Auswertung der Scores	49
3.4.1	Der Miehke Score	49
3.4.2	Der Foot Function Index (FFI)	51
3.4.3	Das Health Assessment Questionnaire (HAQ)	52
3.4.4	Der Rheumatoid Arthritis Disease Activity Index (RADAI)	52
3.5	Korrelationsanalysen	52
4	DISKUSSION	54
4.1	Subjektive Patientenzufriedenheit	55
4.2	Klinische Untersuchung	58
4.3	Komplikationen	59
4.4	Röntgenanalyse	61
4.4.1	Positionierung des ersten Zehs	63
4.4.2	Auswirkungen auf das interphalangeale Gelenk	64
4.4.3	Zehenkonfiguration	65
4.4.4	Radiologische Nebenbefunde	66
4.5	Druckverteilungsmessung	66
4.6	Kritikpunkte	75
4.7	Schlussfolgerungen	76
5	LITERATURVERZEICHNIS	78
6	DANKSAGUNG	88
7	LEBENS LAUF	89
8	ANHANG	90
8.1	Patientenaufklärung	90
8.2	Patienten-Anamnese- und Untersuchungsbogen	91
8.3	Miehke Score	92
8.4	FFI	93
8.5	HAQ	96
8.6	RADAI	100

Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1.1: Chirurgische Therapieoptionen am Großzehengrundgelenk
- Tabelle 1.2: Chirurgische Therapieoptionen an den Zehengrundgelenken II-V
- Tabelle 2.1: Das modifizierte Bewertungsschema nach Miehle
- Tabelle 3.1: Antropometrische und klinische Parameter der beiden Untersuchungsgruppen
- Tabelle 3.2: Die Beweglichkeit der einzelnen Gelenke im Vergleich
- Tabelle 3.3: Übersicht über die radiologischen Daten
- Tabelle 3.4: Allgemeine Parameter
- Tabelle 3.5: Kontaktflächen [cm²] der beiden Untersuchungsgruppen für den gesamten Fuß und aufgeteilt in die zehn zu analysierenden Regionen
- Tabelle 3.6: Kontaktzeiten [ms] für den gesamten Fuß und relative Kontaktzeiten [%] der einzelnen Regionen für die beiden Untersuchungsgruppen
- Tabelle 3.7: Spitzendrücke [kPa] für den gesamten Fuß und die einzelnen zehn Fußregionen
- Tabelle 3.8: Maximale Kraft [N] für den gesamten Fuß und die jeweiligen zehn Regionen
- Tabelle 3.9: Kraft-Zeit-Integral [N*s] für den gesamten Fuß und die jeweiligen zehn Regionen
- Tabelle 3.10: Geometrische Fußparameter
- Tabelle 3.11: *Miehle Score* für beide Untersuchungsgruppen mit der Anzahl der Patienten für die einzelnen Parameter und dem entsprechenden Durchschnittswert pro Parameter
- Tabelle 3.12: Korrelation zwischen antropometrischen und klinischen sowie den Scoreergebnissen
- Tabelle 3.13: Korrelation der Scores untereinander

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1.1: Podometrische Aufnahme einer 59-jährigen Patientin
- Abbildung 1.2: Pedobarographische Messung der dynamischen plantaren Druckverteilung (Versuchsaufbau der vorliegenden Studie)
- Abbildung 2.1: Darstellung des Großzehengrundgelenks während einer Operation (www.drmoeller.de/fuh_chirurgie.htm)
- Abbildung 2.2: Röntgenologische Aufnahme des linken Fußes einer 38-jährigen Patientin mit der Darstellung des Phalanxbodenwinkels (Patientin Nr. 46 der vorliegenden Studie)
- Abbildung 2.3: Schematische Darstellung des Phalanxbodenwinkels (www.learn-line.nrw.de/angebote/sinus/projektnw/materialpool/welt_des_kleinen/spuren/fuss.JPG)
- Abbildung 2.4: Darstellung des Hallux-valgus-Winkels nach Venning und Hardy (linke Seite: Röntgenologische Aufnahme des linken Vorfußes eines 67-jährigen Patienten (Nr. 44 der vorliegenden Studie); rechte Seite: Schematische Darstellung (www.uni-rostock.de/fakult/medfak/anatomie/abbildungen/fuss_dors001.JPG))
- Abbildung 2.5: Schematische Darstellung der unterschiedlichen Zehenkonfigurationen (www.ksw.ch/mederhlfuss.htm)
- Abbildung 2.6: Schematische Darstellung der plantaren Druckverteilung in zehn Regionen
- Abbildung 3.1: Schmerzen beim barfußigen Gehen nach Lokalisation in % der Befragten pro Gruppe
- Abbildung 3.2: Schmerzen bei Palpation nach Lokalisation in % der Befragten pro Gruppe
- Abbildung 3.3: Verteilung der Zehenformel (linke Seite: Arthrodesepatienten; rechte Seite: Resektionsarthroplastikpatienten)
- Abbildung 3.4: Radiologische Aufnahme eines rechten Vorfußes einer 53-jährigen Patientin (Nr. 3 der vorliegenden Studie). Der rote Pfeil zeigt ein Neoköpfchen des II Metatarsalknochens und der gelbe Pfeil zeigt eine Exostose des IV Metatarsalknochens
- Abbildung 3.5: Radiologische Aufnahme des linken Fußes eines 67-jährigen Patienten (Nr. 44 der vorliegenden Studie). Der rote Pfeil zeigt eine Luxation des ersten MTP-Gelenks.

- Abbildung 3.6: Radiologische Aufnahme des linken Vorfußes eines 74-jährigen Patienten (Nr. 19 der vorliegenden Studie). Der rote Pfeil zeigt eine Erosion des ersten Zehengrundgliedes
- Abbildung 3.7: Radiologische Aufnahme des linken Vorfußes. Trotz der Fixierung mit zwei gekreuzten Schrauben bleibt die knöcherne Fusion aus. Der rote Kreis zeigt eine Pseudarthrose des Großzehengrundgelenks.
(www.soo.com.fr/soo_site/p_protec/aoo34/251%20%/CO%20300/Fig18.JPG)
([www.soo.com.fr/soo_site/p_protec/aoo34/251%20%/CO%20300/PGu.Fig%2017.JPG](#))
- Abbildung 3.8: Pedobarographische Abdrücke einer 53-jährigen Patientin (Nr. 3 der vorliegenden Studie). Die Abdrücke sind in die zehn zu analysierenden Regionen aufgeteilt
- Abbildung 3.9: Entsprechende klinische Situation der 53-jährigen Patientin (Nr. 3 der vorliegenden Studie)
- Abbildung 3.10: Pedobarographische Abdrücke eines 64-jährigen Patienten (Nr. 51 der vorliegenden Studie). Die Abdrücke sind in die zehn zu analysierenden Regionen unterteilt
- Abbildung 3.11: Entsprechende klinische Situation des 64-jährigen Patienten (Nr. 51 der vorliegenden Studie)
- Abbildung 3.12: Übersicht über die signifikanten Veränderungen der Kontaktfläche, der relativen Kontaktzeit, des Spitzendrucks, der maximalen Kraft und des Kraft-Zeit-Integrals für die jeweiligen zehn Regionen (↑ Druckzunahme bzw. ↓ Druckabnahme im Vergleich Arthrodesese zur Resektionsarthroplastik)
- Abbildung 3.13: prozentuale Verteilung des Miehle Scores (linke Seite: Arthrodesegruppe; rechte Seite: Resektionsarthroplastikgruppe)
- Abbildung 3.14: prozentuale Verteilung des Miehle Scores ohne den Zehenstand (linke Seite: Arthrodesegruppe; rechte Seite: Resektionsarthroplastikgruppe)
- Abbildung 4.1: Klinische Darstellung der abstehenden Zehen bei einem 67-jährigen Patienten (Patient Nr. 44 der vorliegenden Studie)
- Abbildung 4.2: Klinische Situation (linke Seite) und pedobarographisches Belastungsmuster (rechte Seite) des linken Fußes einer 53-jährigen Patientin 36 Monate nach der Korrekturoperation mit einer Arthrodesese des MTP I (Nr. 3 der vorliegenden Studie)

Abbildung 4.3: Klinische Situation (linke Seite) und pedobarographisches Belastungsmuster (rechte Seite) des linken Fußes eines 64-jährigen Patienten 57 Monate nach der Korrekturoperation mit einer Resektionsarthroplastik des MTP I (Nr. 51 der vorliegenden Studie)

Abkürzungsverzeichnis

°	Grad
Abb.	Abbildung
BMI	Body Mass Index
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
cm ²	Quadratcentimeter
d.h.	das heißt
et al.	et alii
FFI	Foot Function Index
HAQ	Health Assessment Questionnaire
incl.	inclusive
IP	interphalangeal
kg	Kilogramm
kPa	Kilopascal
lat.	lateral
M.	Musculus
m ²	Quadratmeter
med.	medial
min.	Minuten
mm	Millimeter
max.	maximal
ms	Millisekunde
MTP	Metatarsophalangealgelenk
MT1	1. Metatarsalknochen
MT2	2. Metatarsalknochen
MT3	3. Metatarsalknochen
MT4	4. Metatarsalknochen
MT5	5. Metatarsalknochen
N	Newton
ns	nicht signifikant
N*s	Newton mal Sekunde

OSG	oberes Sprunggelenk
PIP-Gelenk	proximales Interphalangealgelenk
r	Korrelationskoeffizient
RADAI	Rheumatoid Arthritis Disease Activity Index
S1	1. Strahl
S2	2. Strahl
S3	3. Strahl
S4	4. Strahl
S5	5. Strahl
SD	Standardabweichung
Tab.	Tabelle
USG	unteres Sprunggelenk
Z1	1. Zeh
Z2	2. Zeh
Z3	3. Zeh
Z4	4. Zeh
Z5	5. Zeh
zw.	zwischen

1 Einleitung

1.1 Rheumatoide Arthritis im Allgemeinen

Die rheumatoide Arthritis gehört zu den chronischen und entzündlichen Systemerkrankungen mesenchymaler Gewebe unbekannter Ätiologie [18]. Als mögliche Ursache kommt eine Läsion im Immunsystem in Betracht [84]. Die rheumatoide Arthritis gehört „[...] zu den häufigsten Ursachen von Funktionsbeeinträchtigungen und Hilfeabhängigkeit in der Bevölkerung“ [127]. Die Punktprävalenz beträgt zwischen 0,5 und 1%, d.h. es tritt eine Neuerkrankung je 1000 bis 2000 Einwohner und Jahr auf. Frauen sind dreimal häufiger betroffen als Männer [84]. Die rheumatoide Arthritis führt häufig innerhalb der ersten fünf Jahre zu Arbeitsunfähigkeit [18].

Der Verlauf ist unvorhersehbar und meist chronisch-progredient, zum Teil mit ausgeprägten Schüben. Typische Symptome der rheumatoiden Arthritis sind Morgensteifigkeit, Schmerzen, weiche verschiebliche Gelenkschwellungen peripherer Gelenke, wie Finger- und Zehengrundgelenke [91]. Eine Behinderung und Bewegungseinschränkung tritt häufig durch rheumatisch bedingte Fußdeformitäten auf [38]. Die Kombination von destruierender Synovialitis und Gewicht tragender Funktion im Bereich des Fußes führt zu einem Spektrum von Dysfunktionen bedingt durch Schmerz, Deformität und Funktionsverlust [15], welche vor allem früh im Krankheitsverlauf auftreten [18]. Die Gelenke werden meist symmetrisch [72] befallen. Am Fuß sind zunächst die Metatarsophalangealgelenke betroffen, deren Schwellung visuell gut beurteilt werden kann [20], wohingegen die Palpation der Gelenke meist Erfahrung benötigt. Im weiteren Verlauf der Erkrankung werden das Talonavikulargelenk und das Sprunggelenk betroffen [18]. Häufig wird die initiale Synovialitis übersehen oder nicht behandelt, sodass erst, wenn morphologische Folgeerkrankungen entstanden sind, eine Behandlung eingeleitet wird [61]. Zu Beginn der Erkrankung ist die funktionelle Kapazität des Fußes abhängig von der Aktivität der rheumatoiden Arthritis. Im weiteren Verlauf der Erkrankung hängt sie vom Zerstörungsgrad der Gelenke ab [126]. Um sich ohne Einschränkungen bewegen zu können, ist ein problemlos funktionierender Fuß erforderlich, da dieser am Beginn der kinetischen Kette des Gehapparates steht. Deshalb kommt der Thematik des rheumatisch deformierten Fußes besondere Wichtigkeit zu.

1.2 Spezielle Fußproblematik

Die Veränderungen der Form und Funktion des rheumatischen Fußes lassen sich aus den pathomechanischen Bedingungen herleiten. Die Fußdeformitäten sind durch die anatomischen Gesetzmäßigkeiten sowie eine funktionell starke Beanspruchung als Folge der Gewicht tragenden Funktion und die entzündlich-destruktiven Einflüsse zu erklären.

Studien, die sich mit dem rheumatisch veränderten Fuß befassen, nutzen oft verschiedene Ansätze, um den Fuß und seinen Krankheitsgrad zu beschreiben. Einige Autoren beschreiben klinische Veränderungen wie schmerzhafte Ödeme, Deformationen oder radiologische Veränderungen und andere nutzen Beschreibungen von Fußproblemen und –beschwerden. Aus diesem Grund werden häufig unterschiedliche Angaben zur initialen Inzidenz von Fußproblemen bei Patienten mit rheumatoider Arthritis gemacht. So beschreibt Rana einen Prozentsatz von 14,7%, während Bukhari et al. eine Inzidenz von 38% angeben. Einig sind sich die Autoren jedoch, dass die Fußproblematik meist im Frühstadium der Erkrankung an rheumatoider Arthritis auftritt [129]. In dieser Frühphase, d.h. zwischen dem 1. und 3. Erkrankungsjahr, finden sich bei etwa zwei Drittel der Patienten Krankheitszeichen im Vor- und Mittelfuß. Diese Zahl nimmt mit zunehmender Erkrankungsdauer ab, sodass sich nach zehnjähriger Krankheit nur noch bei etwa 20% der Patienten eine Synovialitis findet. Deformitäten an den Gelenken nehmen dagegen mit zunehmender Erkrankungsdauer zu [21], wobei die stärkste Progression der Fußdeformitäten in den ersten 15 Jahren zu beobachten ist [11].

1.2.1 Pathomechanismus der Vorfußdeformitäten

Typisch für die rheumatische Erkrankung des Vorfußes ist der symmetrische Befall der MTP-Gelenke II-V, seltener des Großzehengrundgelenks. Meist sind die MTP-Gelenke II-IV betroffen. Mit dem Fortschreiten der Erkrankung geht ein generalisierter Befall aller Vorfußgelenke einher. Zum einen kann dieses Phänomen durch den entzündlichen Prozess in allen Gelenken zum anderen aber möglicherweise auch in der Abhängigkeit der Gelenke von einander entstehen, da sich kein Segment des Fußes bei der Gangbewegung unabhängig von den anderen bewegen kann. Beim Rheumatiker liegt eine chronische Entzündung der Gelenke vor. Ein führendes Krankheitszeichen ist die Synovialitis, die sich in der Frühphase der Erkrankung entwickelt. Bei einer Synovialitis werden proteolytische Enzyme freigesetzt, die die Kollagenstruktur des Gelenkknorpels und Knochens zersetzen. Es beginnt eine unterminierende Erosion der Knorpelränder [6, 33]. Es kommt zum Knorpelverlust und die Gelenkflächen werden geschädigt. Die Gelenkkapsel und Bänder werden entzündlich

infiltriert. Die Gelenkschwellung bedingt eine chronische Überdehnung der Bänder und die Sehnenzugrichtung wird verändert. Das Gelenk wird instabil. Tillmann bezeichnet die äußere entzündliche Bursitis und die von innen wirkende Synovialitis als „*entzündliche Zange*“, die die plantare Platte zerstört und die Luxation der Phalangen begünstigt [107]. Durch die äußere und innere Entzündung entsteht ein muskuläres Ungleichgewicht. Nur Beugesehen haben Sehnencheiden, die entzündlich infiltriert werden können. Deshalb werden die Strecker der Zehenmuskulatur aktiviert. Die erhöhte Aktivität des M. extensor digitorum longus [83] verstärkt den Streckeffekt. Die Zehen neigen sich aus ihrer Achse nach lateral. Das Metatarsalköpfchen wird nach plantar gedrückt, dies wird durch die Verkürzung der Flexorsehnen noch verstärkt [21, 22, 130]. Der plantare Fettkörper wird nach vorne gezogen und atrophiert. Der Verlust des nötigen Baufetts unter den Metatarsalköpfchen führt zu destruktiven Veränderungen. Die Hallux-valgus-Deformität entsteht durch die relative Verlängerung des ersten Strahls infolge des aufgehobenen Längsgewölbes. Die Beuge- und Strecksehnen üben einen Bogensehneneffekt auf die Großzehe aus. Das erste Metatarsale wird nach tibial ausgelenkt, wobei sich die Großzehe nach fibular neigt [47]. Der nach lateral gerichtete Druck des stabileren und kräftigeren ersten Zehs beeinträchtigt besonders die lateralen Zehen [72].

Mit der Längsgewölbeabflachung und der damit verbundenen Strecksehnenverkürzung der Zehen II-IV ändert sich deren Zugrichtung nach fibular und dorsal. Durch die Verkürzung der Flexorsehnen und das nach plantar gerichtete Metatarsalköpfchen entsteht eine Krallenzehendeformität [21, 22, 130].

Der Metatarsalgie kommt eine besondere klinische Bedeutung zu [61]. Die wichtigsten subjektiven Patientenbeschwerden sind massive Schmerzen beim Abrollen des Fußes und eine darin begründete Außenrotation des Fußes, um die Vorfußbelastung zu umgehen. Die Patienten haben in konfektionierten Schuhen massive Probleme mit Druckzonen aufgrund von schmerzvollen plantaren Schwielen, da die Polsterung durch das Baufett nicht mehr gegeben ist. Es besteht ein statistischer Zusammenhang zwischen der Dicke des Fettpolsters unter dem zweiten und dritten Metatarsalköpfchen und der Schmerzintensität bei nicht rheumatischen Patienten [123]. Durch die entzündliche Erosion der Metatarsalköpfchen reduziert sich die Kontaktfläche im weiteren Krankheitsverlauf. Beim Gehen wirkt nun die gleiche Kraft auf eine kleinere Fläche, es entsteht ein größerer Druck [130]. Das resultierende Gangbild mit Vermeidung der Vorfußabrollung wird als 'Bügeleisengang' bezeichnet.

Morphologische Folgeerscheinungen der rheumatoiden Arthritis im Fußbereich sind, aufgrund der Entzündung, Spreizfuß, Hallux valgus, kontrakte Krallenzehen und plantare Schwielen.

1.2.2 Pathomechanismus des Rückfußes und dessen Einfluss auf den Vorfuß

Häufig projizieren Rheumatiker auch bei Rückfußproblemen ihre Beschwerden auf den Vorfuß. Dies könnte dazu führen, dass die therapeutischen Bemühungen sich bevorzugt mit dem Vorfuß befassen [28]. Jedoch sollte der rheumatische Rückfuß in seiner Gesamtheit betrachtet und bewertet werden. Bestehen gleichzeitig Rück- und Vorfußproblematiken, ist es sinnvoll diese nacheinander zu behandeln. Zuerst ist die Rückfußdeformität zu therapieren, die eine besondere Bedeutung für die Statik hat, anschließend erfolgt die Korrektur des Vorfußes.

Um die dynamische Fußstabilität beim Rheumatiker zu erhalten, ist die korrekte Funktion des M. tibialis posterior von großer Bedeutung, da eine Schwächung eine mangelhafte Unterstützung des Längsgewölbes verursacht [1]. Bei einer Valgisierung des Rückfußes ist der Vorfuß zum Erhalt der plantigraden Fußfläche durch eine supinatorische Ausgleichsbewegung gezwungen. Besonders der erste Strahl erfährt eine valgisierende Kraft [28, 131, 134], um die Balance zu sichern. Durch die verminderte Funktion des M. tibialis posterior können sich die Metatarsalgelenke nicht mehr verkeilen und sind nicht mehr in der Lage, während der Abdruckphase einen starren Hebel zu bilden [11, 28, 58, 72, 83, 87]. Das Subtalargelenk nimmt nun die Last auf der medialen Seite auf und in Verbindung mit der verminderten Plantarflexion kommt es zu einer Verlagerung des Gewichtes vom Vorfuß auf den Rück- und Mittelfuß [7, 52, 129]. Es entsteht eine Abduktion des Vorfußes, der Zehen und des Hallux [1]. Der so entstehende Hallux abductovalgus wird als typische rheumatische Vorfußdeformität beschrieben.

1.3 Therapiekonzepte

Zur Behandlung der rheumatischen Vorfußdeformität stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Grundsätzlich sollte die konservative, nicht chirurgische Therapie von der chirurgisch-invasiven Therapie unterschieden werden. Bei den operativen Methoden unterscheidet man präventive Maßnahmen, d.h. frühe Eingriffe unter Erhaltung der Gelenke, von rekonstruktiven Maßnahmen, die die Gelenkfunktion künstlich wieder herstellen [124].

1.3.1 Konservative Therapie

Die konservative Therapie beinhaltet vier wichtige Bestandteile: die systemische Basismedikation, die orthopädische Schuhversorgung, intraartikuläre Injektionen und Krankengymnastik. Die Basis jeder Therapie von Rheuma sind Medikamente. Es werden Basisrheumatika, symptomatisch wirkende nicht-steroidale Antiphlogistika sowie systemische Kortikoide verabreicht [28, 98].

Ein weiterer Punkt während der frühen Behandlung ist eine Versorgung mit individuell angepasstem orthopädischem Schuhwerk [73] wie maßgefertigten Einlagen oder Maßschuhen. Diese orthopädiestechnische Versorgung sollte möglichst früh zum Einsatz kommen, um die Fußstatik aufrechtzuerhalten. Zur Entlastung der schmerzhaften Gelenke bekommen die Patienten individuell angefertigte Einlagen. Sie dienen zur Stützung des Längsgewölbes und zur Weichbettung der durchgetretenen Metatarsalköpfchen in Kombination mit einer entlastend wirkenden gut ausgeformten Metatarsalpelotte. Durch die Vorfußverbreiterung können viele Rheumatiker keine Konfektionsschuhe tragen und benötigen Maßschuhe.

Kombiniert wird diese Therapie mit einer gezielten Injektionstherapie. Vor Eintritt der Deformität wird eine chemische Synoviorthese oder Radiosynoviorthese durchgeführt. Das stratum synoviale wird zerstört bzw. entfernt [124]. Außerdem sollen intraartikulär gespritzte Kortikoide die Entzündungsprozesse hemmen.

Ein weiterer Bestandteil der Frühbehandlung ist die Krankengymnastik [73], der ein gewisser prophylaktischer Effekt zugesprochen wird. Die Übungsbehandlung soll einer aktiven Korrektur zum Erhalt der Steigbügelfunktion im Bereich des Fußlängsgewölbes dienen. Der so genannte Steigbügel wird aus der vorderen Schienbeinmuskulatur und der äußeren Wadenmuskulatur gebildet. Diese Muskelgruppen sind die direkten Antagonisten zur muskulären Schlinge der Wade, die aus dem M. gastrocnemius und dem M. soleus gebildet wird und den Antriebsmotor für die Vorfußbelastung darstellt.

1.3.2 Chirurgische Therapie und ihre Historie

Reicht die konservative Therapie nicht mehr aus, um die Schmerzen der Patienten zu lindern, ist die operative Korrektur der jeweiligen Gelenke sinnvoll. Bei der Wahl der Operationsmethode können vorgegebene Richtlinien hilfreich sein, dennoch sind die Indikationen individuell zu treffen. Sie richten sich nach der Erwartung, dem Alter, dem Beruf und der Compliance des Patienten [124]. Als Indikation für die operative Korrektur sind der Schmerz, die eingeschränkte Schuhwahl und das Versagen der konservativen Therapie zu nennen. Die Ziele der Operation sind die Erhaltung der Mobilität und Wiederherstellung bzw. Bewahrung von Stabilität [124]. Bezüglich der Arthrodesese ist ein wichtiges Ziel die Erhaltung der Zehenfunktion beim Abrollvorgang.

Bei den chirurgischen Maßnahmen sind gelenkerhaltene von gelenkresezierenden, bei zerstörten Gelenken, Maßnahmen zu trennen. Bei den gelenkerhaltenen Eingriffen sind intakte Bänder und Knorpelverhältnisse notwendige Voraussetzung. Folgenden Operationen fallen in diese Kategorie:

1. Synovektomie, d.h. Entfernung des stratum synoviale und/oder der Sehnenscheiden [124]
2. Umstellungsosteotomien, d.h. Durchtrennung des Knochens um Fehlstellungen auszugleichen [84]

Bei entzündlich zerstörten Gelenkflächen oder einer sekundären Arthrose kommen nur noch gelenkzerstörende bzw. rekonstruktive Maßnahmen in Betracht. Dazu gehören folgende Operationen:

1. Resektionsarthroplastik, d.h. Resektion des betroffenen Gelenkanteils und gegebenenfalls Interposition von Kapsel und Muskelgewebe [124]
2. Arthrodesese, d.h. Versteifung des Gelenks [124]
3. Endoprothetik, d.h. Ersatz des Gelenks durch ein Kunstgelenk [124]

Teno- und Artikulosynovektomien [73] sind nur eingeschränkt einsetzbar und sind bei Bedarf frühzeitig durchzuführen, damit eventuelle Sekundärschäden vermieden oder so gering wie möglich gehalten werden können. Die isolierte Artikulosynovektomie des Großzehengrundgelenks wird häufig angewendet, an den MTP-Gelenken II-IV ist sie wegen der räumlichen Verhältnisse als Einzelmaßnahme kaum möglich. Eine Ausnahme ist die Teno- und Artikulosynovektomie des MTP-II-Gelenks in Kombination mit der Osteotomie nach Weil.

Historisch sind folgende Verfahren angewendet worden:

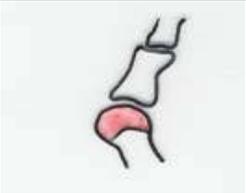
- Großzehengelenk (s. Tab.1.1):

Am Großzehengrundgelenk war eine alleinige Resektion des ersten Metatarsalköpfchens üblich. Diese Resektion wird bei der Resektionsarthroplastik nach Hueter (1871) [48], modifiziert nach Mayo (1908) [69], durchgeführt. Außerdem war eine gleichzeitige Resektion der Basis der proximalen Phalanx möglich, wie sie von Keller (1904) [59] oder auch Brandes (1929) [12] beschrieben wurde. Hohmann [47] beschrieb 1922 eine Keil- bzw. Trapezosteotomie am Metatarsalkopf.

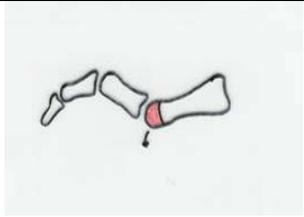
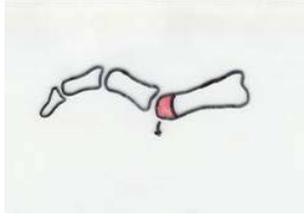
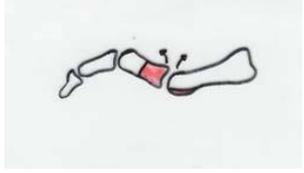
- Zehengelenke II bis V (s. Tab.1.2):

Bei den Zehengelenken II bis V war wie beim Großzehengrundgelenk eine Resektion des Metatarsalkopfes von plantar möglich. Diese Art der Resektionsarthroplastik wird nach der Technik von Hoffmann (1912) durchgeführt [46]. Kates et al. (1967) [57] modifizierten diese Operation, indem sie gleichzeitig die plantaren Schwielen entfernten. Weitergeführt wurde diese Idee von Tillmann (1973); er modifizierte die plantare Schnittführung in einen wellenförmigen Schnitt und resezierte das Metatarsalköpfchen mit einer leichten Abschrägung nach tibial und plantar [111]. Wird gleichzeitig die Basis der proximalen Phalanx mit reseziert und erfolgt der Zugang von dorsal, handelt es sich um eine Resektion nach Fowler (1959) [27]. Erfolgt bei diesem Eingriff auch eine Korrektur des Hallux valgus, spricht man von einer Operation nach Clayton (1960) [17].

Tab. 1.1: *Chirurgische Therapieoptionen am Großzehengrundgelenk*

Autor	Jahr	Resektion	Besonderheiten
Hueter	1871		<ul style="list-style-type: none"> • medialer Längsschnitt • Resektion des rot markierten Areals
Keller	1904		<ul style="list-style-type: none"> • medialer Längsschnitt • Abtragen der rot markierten Areale
Mayo	1908		<ul style="list-style-type: none"> • medialer hufeisenförmiger Schnitt • Abtragen des rot markierten Areals
Hohmann	1922		<ul style="list-style-type: none"> • medialer Längsschnitt • je nach Ausmaß erfolgt eine keil- oder trapezförmige Osteotomie
Brandes	1929		<ul style="list-style-type: none"> • medialer Längsschnitt • Resektion der rot markierten Areale mit Verrundung
Tillmann	1973		<ul style="list-style-type: none"> • tibial konvexer Bogenschnitt mit Schwielenexzision • Resektion des rot markierten Areals und ev. Grundgliedbasisresektion

Tab. 1.2: *Chirurgische Therapieoptionen an den Zehengrundgelenken II-V*

Autor	Jahr	Zugang	Resektion	Besonderheiten
Hoffmann	1912			<ul style="list-style-type: none"> • plantarer Zugang • Resektion des rot markierten Areals
Fowler	1959			<ul style="list-style-type: none"> • dorsaler Zugang zur Resektion der rot markierten Areale • plantare Schwielenexzision
Clayton	1960			<ul style="list-style-type: none"> • dorsaler Zugang • Resektion der rot markierten Areale
Kates et al.	1967			<ul style="list-style-type: none"> • plantarer Zugang • Resektion des rot markierten Areals
Libscomb	1972			<ul style="list-style-type: none"> • dorsaler Zugang in Längsrichtung • Resektion der rot markierten Areale
Tillmann	1973			<ul style="list-style-type: none"> • Plantarer Zugang mit wellenförmigen Schnitt • Resektion des rot markierten Areals

In der vorliegenden Studie wurde die Arthrodesse am Großzehengrundgelenk kombiniert mit einer Resektionsarthroplastik nach Tillmann an den Zehengelenken II-V verglichen mit einer Resektionsarthroplastik nach Tillmann an allen Zehengrundgelenken. Es handelt sich um alternative Therapien.

Als Indikation für eine Arthrodesse wird im Nordwestdeutschen Rheumazentrum in Sendenhorst die Rezidivfreiheit angegeben. Die Vorteile dieser Operationsmethode liegen in der genauen Dosierung der Korrektur ohne eine Fußverkürzung. Bei einer Arthrodesse treten keine Fehlstellungsrezidive auf, welches die Indikationsstellung bei jüngeren Patienten nahelegt. Die Nachteile dieser Operationstechnik sind eine größere operationstechnische Anforderung und ein damit verbundener größerer Zeitaufwand [113].

Die Resektionsoperation nach Tillmann gilt aufgrund der effektiven Beseitigung von Schmerz und der Korrektur diverser Deformitäten, als „*Therapiestandard*“ bzw. „*golden standard*“ [28].

Bei älteren Patienten wird hingegen in Sendenhorst aufgrund der weniger umfangreichen und aufwändigeren Nachbehandlung eine Resektionsarthroplastik bevorzugt.

Die Vorfußkorrektur mit Hilfe einer Resektionsarthroplastik in der von Tillmann beschriebenen Originalmethode [112, 113] umfasst im Großzehengrundgelenk eine Resektionsarthroplastik nach Hueter (1871) bzw. Mayo (1908), die mit einer Resektionsarthroplastik der MTP-Gelenke II bis V nach Hoffmann (1912) kombiniert wird [73]. Die Vorteile dieser Operationsart: Es wird dort korrigiert, wo in der Regel die größten Zerstörungen zu finden sind, d.h. im Bereich der Metatarsalköpfchen. Es gelingt eine ästhetische Korrektur der Fehlstellung mit nur geringer optischer Verkürzung. Nach zwei Wochen ist eine Belastung im elastischen Verband bereits möglich. Demgegenüber steht der langfristig eintretende Korrekturverlust, wobei selten ein kompletter, meist nur ein partieller Korrekturverlust zu beobachten ist. Der schmerzlindernde Effekt geht jedoch nicht verloren [112].

1.4 Diagnostik

1.4.1 Die Methode der Pedobarographie

Um die funktionellen Folgen der rheumatischen Vorfußdeformität festzustellen, wurden in der Vergangenheit verschiedene Methoden genutzt. Diese Untersuchungsmethoden können wertvolle Ergebnisse für die Erkennung von Fehlbelastungen liefern. Man unterscheidet zwischen statischen und dynamischen Verfahren. Bei den statischen Methoden kann man nur eine beschreibende Aussage über die Druckverteilung aufgrund von Fußform und Gewichtsverlagerung des Probanden treffen. Deformitäten des Fußes und Formvarianten können so erkannt werden. Eine Aussage über die dynamische Belastung des Fußes in der Funktion ist allerdings nicht möglich. Die Verfahren zur statischen Messung sind der Blauabdruck mit Hilfe des Trittspurgerätes, ein grau abgestuftes Bild durch mehr oder weniger platt gedrückte Pyramidenspitzen [97] und das Podometer [97]. Der Blauabdruck ist ein schnelles, einfaches und kostengünstiges Verfahren, welches seinen Stellenwert in der Diagnostik und Therapie hat [90]. Durch die Graustufung können Aussagen über die Druckbelastung in der Standphase gemacht werden. Eine Beurteilung der Situation des Fußes in Funktion ist nicht möglich. Das Podometer besteht aus einer in einem Rahmen gehaltenen Glasplatte. Durch unterschiedlich anämische (helle) Bereiche kann die Höhe der Belastung qualitativ unterschieden werden, jedoch ist auch hier die funktionelle Belastung des Fußes nicht zu beurteilen.

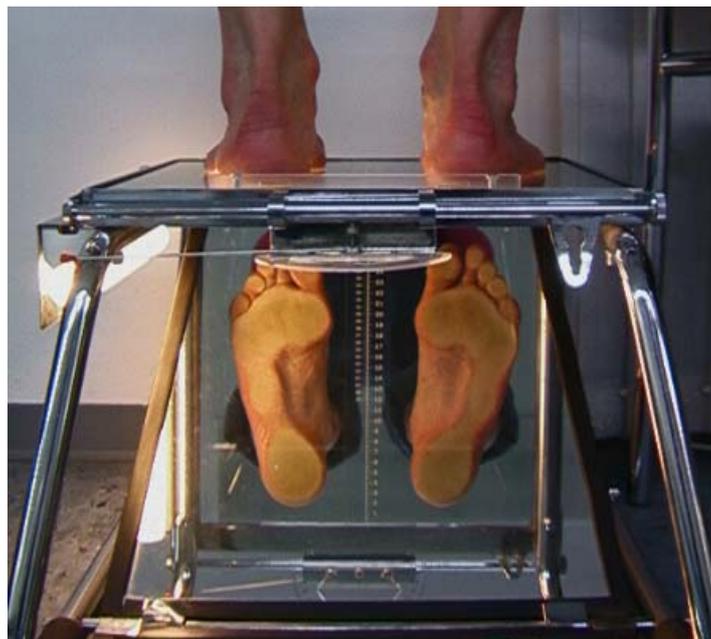


Abb. 1.1: *Podometrische Aufnahme einer 59-jährigen Patientin (Versuchsaufbau der vorliegenden Studie)*

Mittels einer dynamischen Messung der Druckverteilung unter dem Fuß wird zusätzlich zur qualitativen Aussage auch eine quantitative Evaluation der Belastungsverlagerung während des Abrollvorgangs ermöglicht. Die dynamische Druckverteilungsmessung unter dem Fuß, die Pedobarographie, hat auf der technischen Ebene einen Stand erreicht, der routinemäßige Messungen am Patienten ohne großen Aufwand zulässt. Ihre Anwendung ist sinnvoll, um die Diagnose und Therapie der bestehenden Fußdeformitäten beim Rheumatiker zu unterstützen. Auch beginnende Anomalien sind frühzeitig zu erkennen [23, 97]. Die Höhe der Belastungen kann quantifiziert werden, während mit einem Blauabdruck nur eine qualitative Aussage möglich ist. Außerdem können durch die standardisierte Aufnahmetechnik, die wichtig ist, um über einen langen Zeitraum vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, Verlaufsbeobachtungen durch Wiederholungsmessungen gemacht werden. Durch die standardisierte Aufnahmetechnik ist auch ein Vergleich zwischen verschiedenen Zentren erst möglich geworden [23].

Damit eine Therapie dem Krankheitsstadium angemessen angewendet werden kann, sind fundierte Kenntnisse über den Krankheitsverlauf und die damit verbundenen pathologischen Veränderungen erforderlich. Mit Hilfe der dynamischen Druckverteilungsmessung können die Pathomechanik des rheumatischen Fußes und der Zeitpunkt der therapeutischen Maßnahmen besser bestimmt werden. Werden Barfußmessungen durchgeführt, lässt sich die Fußbelastung unabhängig vom Schuhwerk bestimmen. Die Messung erfolgt dabei standardisiert über eine in den Boden eingelassene Plattform. Mit Hilfe von prä- und postoperativen Vergleichsmessungen bietet sich eine objektive Bewertung des Behandlungserfolges an [10, 53, 60, 63, 92].



Abb. 1.2: *Pedobarographische Messung der dynamischen plantaren Fußbelastung*

1.4.2 Therapiealternativen und deren bisherige Ergebnisse

Die Resektionsarthroplastik aller Zehengrundgelenke gilt als „*golden standard*“ [28]. Geschwend zählt sie zu den „*dankbarsten*“ rheumaorthopädischen Eingriffen [31]. Karbowski et al. [56] berichten zwölf Jahre nach einer Resektion nach Mayo von einer Patientenzufriedenheit von 92,7%. Auch Jüsten et al. [55] dokumentieren eine Patientenzufriedenheit von 87,5% nach elf Jahren. Bei einer Untersuchung von 20 Patienten mit 37 Resektionsarthroplastiken stellten Thomas et al. [105] nach 5,5 Jahren postoperativ fest, dass die Resektion aller fünf Metatarsalköpfchen eine sichere Art der Behandlung ist und zum Rückgang der Symptome führt.

Bitzan et al. [9] erstellten ihre Studie mit dem Ziel die Patientenzufriedenheit und die Gewichtsverteilung beim Rheumatiker 50 Monate postoperativ nach einer Resektionsarthroplastik zu bewerten. Sie kamen zu dem Schluss, dass die Resektion den Schmerz reduziert und starke Deformitäten korrigiert. 77% exzellente und gute Resultate, sowie 23% zufrieden stellende Resultate wurden dokumentiert. Die guten Ergebnisse wurden mit dem plantaren Zugang begründet, da damit das Fußpolster repositioniert werden kann und außerdem die Möglichkeit zum Entfernen von Schwielen und Pseudoköpfchen besteht [9].

Jüsten et al. [55] zeigen mit ihrer Studie, dass nach 5,6 Jahren die präoperativ heftigen Schmerzen und die mit 70% eingeschränkte Gehfähigkeit durch die Operation verbessert werden können. Postoperativ war eine Verbesserung der Beschwerden bei 90,2% der Rheumatiker zu verzeichnen [55]. Es wurden 183 Füße nach einer Resektionsarthroplastik der Metatarsalköpfchen untersucht. Gute Langzeitergebnisse mit über 80% wurden auch von anderen Autoren berichtet [73]. Die guten Langzeitergebnisse der Mittelfußresektion orientieren sich meist an subjektiven Kriterien [55] und dokumentieren einen hohen Grad an Schmerzreduktion und Zufriedenheit [28].

Hämäläinen et al. [40] dokumentierten nach einer Resektionsarthroplastik nach Clayton in über 60% der Fälle ein ausgezeichnetes Ergebnis. Der Prozentsatz der sehr guten Resultate vergrößerte sich sogar im Laufe der Jahre, ebenso stieg auch der Prozentsatz der schlechten Resultate (von 4% auf 8,1%). Einer der Hauptgründe für die Unzufriedenheit war das Wiederauftreten der Fehlform der Großzehe, v. a. die Valgusstellung in der Hälfte der Fälle. Auch andere Autoren beobachteten radiologische Ergebnisse mit ca. 50% Rezidiv-Fehlstellung nach 5 bis 10 Jahren [55]. Es ist allerdings eine differenzierte Betrachtung notwendig, denn eine wiederkehrende Deformität heißt nicht gleich, dass die Korrektur in Form und Pathomechanik auf Dauer misslungen ist. Zum einen ist zwar eine Fehlstellung vorhanden, aber in weniger ausgeprägter Form [64], zum anderen ist die dauerhafte

Schmerzreduktion ein wichtiger Aspekt. Tillmann stellt fest, dass eine Resektionsarthroplastik eine exzellente Schmerzreduktion herbeiführt. In den nächsten 15 Jahren treten meist keine Schmerzen mehr auf, aber ein postoperativen Korrekturverlust nach zehn Jahren von bis zu 50% ist zu beobachten. Das Barfußgehen wird damit wieder schwieriger [108].

Seit Mitte der 80er Jahre wurden Arthrodesen am Großzehengrundgelenk bevorzugt, um das Risiko für einen Korrekturverlust zu reduzieren. Hämäläinen [39] führte eine retrospektive Studie durch, in der 35 Resektionen und 30 Arthrodesen untersucht wurden. In der Evaluation des Arztes schnitt die Arthrodesese bezüglich der anatomischen (83% zu 77%) und funktionellen (93% zu 80%) Parameter besser ab. In der subjektiven Einschätzung der Patienten wurde jedoch die Arthroplastik mit 80% zu 77% geringfügig besser beurteilt [39].

Baskwill et al. [4] bewerten die Resektionsarthroplastik als erfolgreich bei der Schmerzeseitigung, weisen aber auf ein unbefriedigendes kosmetisches Ergebnis, eine Zehenverkürzung, und die Möglichkeit einer wiederkehrenden Deformität hin. Als Alternative verweisen sie auf die Arthrodesese oder Implantatarthroplastik.

Obwohl initial erfolgreich, bewerten Patsalis et al. [81] 10,5 Jahre nach der Operation einer Resektionsarthroplastik das Ergebnis als nicht zufrieden stellend. Eine eingeschränkte Gehfähigkeit durch Schmerzen im Vorfußbereich wurde in 56% der Fälle sowie eine wiederkehrende Deformität (besonders der Großzehe) in 72% der Fälle angegeben. Zusätzlich zu der wiederkehrenden Deformität beobachtete Barton, dass 60% der Patienten Probleme mit der Balance haben [3]. Er untersuchte 43 Füße von 37 Patienten 5,5 Jahre nach einer Resektionsarthroplastik. Auch Fuhrmann et al. [29] sprechen von einer „*resultierenden Instabilität*“ im Großzehengrundgelenk, die aufgrund einer fehlenden Kraftentwicklung der Großzehe im Zehenstoß entsteht. Die relative Verkürzung des Hebelarms wirkt sich ungünstig auf die Standsicherheit aus. In einer anderen Studie wird die Verkürzung des Hebelarms durch die Resektion als Grund für den Funktionsverlust der Zehen gesehen [114]. Grob und Geschwend [35] sprechen bei ihrer Untersuchung nach einer Resektionsarthroplastik aller Zehengrundgelenke von einer „*funktionellen Vorfußamputation*“.

Neuere Ergebnisse der plantaren Fußdruckmessung zeigen, dass die Großzehe nach einer Metatarsalköpfchenresektion nicht in den Abrollvorgang einbezogen wird [44, 101, 131, 132]. In der Studie von Bitzan, in der 26 Füße von 16 Rheumatikern 50 Monate nach der Resektion untersucht wurden, wurde in 58 % der Fälle eine fehlende Belastung der Zehen dokumentiert [9]. Die Ergebnisse einer Studie von Jüsten et al. zeigen, dass nach einer spontan ausgebildeten Ankylose im MTP-I-Gelenk die Großzehe wieder in den Abrollvorgang einbezogen wird [54]. 183 Füße von Rheumatikern wurden 5,6 Jahre nach einer

Resektionsarthroplastik nach Hoffmann, die an den meisten Rheumazentren die Methode der Wahl ist [25, 31, 40, 41, 54, 74, 101, 110, 137], nachuntersucht. Diese Ergebnisse wurden mit Hilfe der dynamischen Fußdruckmessung ermittelt.

Aufgrund der gemessenen Ergebnisse scheint eine Arthrodesse am MTP-I-Gelenk neben einer Resektion der MTP II-V sinnvoll [24]. Dieses Verfahren wurde schon 1959 von Du Vries beschrieben [24]. Gerade die Neigung zum Rezidiv bei der Resektionsarthroplastik, wie es mehrere Autoren berichten, soll mit einer Arthrodesse reduziert werden, so wie es in der angloamerikanischen und skandinavischen Literatur beschrieben wird [26, 40, 49, 66, 68, 86]. Auch Cracchiolo [21] kommt zu dem Schluss, dass eine Resektionsarthroplastik des MTP-Gelenks nicht mehr so häufig durchgeführt wird, weil klinische Studien über spätere Probleme mit der Hallux-Fehlstellung berichten [3]. Gründe dafür sind eine wieder auftretende Deformität und Schmerzen, sowie eine hohe Anzahl unzufriedener Patienten. Folgende Ursachen zieht er in Betracht, die für die Unzufriedenheit verantwortlich sein könnten: fehlende Rekonstruktion der Weichteile zur Gelenkstabilisierung bei der knöchernen Resektion, ungünstige Entwicklung der Weichteilverhältnisse aufgrund der Deformität im Verlauf der Erkrankung, sodass jeder Versuch der Weichteilstabilisierung des Gelenks zum Scheitern verurteilt ist. Er empfiehlt deshalb eine Arthrodesse. Außerdem weist er darauf hin, dass die Patienten durch die Fortschritte in der Knie- und Hüftgelenkarthroplastik mobiler sind und so erhöhte Ansprüche an Vorfußrekonstruktionen stellen [21].

Weiterhin ist anzumerken, dass der kosmetische Erfolg nach einer Arthrodesse besser ist als nach einer Arthroplastik [5, 78]. Andere Studien zeigen eine bessere Patientenzufriedenheit nach Resektionsarthroplastik als nach Arthrodesse [5, 49, 86, 119], auch wenn kosmetische Mängel, Probleme mit der Balance und Gewichtsverteilung nach einer Arthroplastik häufiger sind. Möglicherweise spielt bezüglich der Patientenunzufriedenheit bei einer Arthrodesse die Steifheit des Gelenks eine Rolle, da die Versteifung als hinderlich wahrgenommen wird.

Hämäläinen et al. [40] führten aufgrund der wiederkehrenden Deformität die Arthrodesse ein. Bei der Nachuntersuchung nach einem Untersuchungszeitraum von drei Jahren wird die Arthrodesse von den untersuchenden Ärzten leicht besser bewertet, wenn gleich die Bewertung nach 14 Jahren eher die Resektionsarthroplastik bevorzugt. Die Autoren stellten fest, dass beide Methoden eine gute Schmerzverbesserung und Patientenzufriedenheit herbeiführen. Nach der Meinung mehrerer Autoren [34, 67, 68] leiten Arthrodesen die Hauptlast über den großen Zeh und dienen damit zur Entlastung der lateralen MTP Neugelenke, sodass die Gefahr der Metatarsalgie und des Hallux valgus vermieden wird [9]. Nach einer Arthrodesse ist der große Zeh schmerzlos und „stark“ [95]. Bei kompletter Destruktion des Gelenks und

bei jungen und aktiven Patienten ist deshalb die Arthrodesse der Resektionsarthroplastik vorzuziehen. Resektionsarthroplastik ist für ältere und weniger aktive Patienten sinnvoll [137].

Zusammengefasst zeigt die Literatur Vor- und Nachteile der verschiedenen Techniken zur Behandlung der rheumatischen Vorfußdeformität auf. Die Ergebnisse werden kontrovers diskutiert [44].

1.5 Zielsetzung dieser Arbeit

Bei einer Arthrodesse und einer Resektionsarthroplastik des Großzehengrundgelenks handelt es sich um alternative Therapien. Das Ziel dieser Studie ist, die Qualität der beiden Operationsmethoden mit Hilfe von subjektiven und objektiven Parametern zu untersuchen und zu vergleichen.

Trotz der ausführlichen Studienlage ist nicht geklärt, welche Operationsmethode bei gegebener Indikationsstellung besser ist [37]. Viele Studien basieren entweder auf der Patientenzufriedenheit, welche immer von der subjektiven Einstellung des Patienten abhängt **oder** auf objektiv gemessenen Parametern.

Wenige Studien haben aber bisher die Qualität der Operationsmethode anhand der subjektiven Einschätzung durch den Patienten **und** mittels der objektiv ermittelten Funktionalität des Fußes durch die Pedobarographie beurteilt.

In dieser Studie wurde ein am Vorfuß operiertes Patientenkollektiv nachuntersucht und die Techniken der beiden Operationsmethoden wurden miteinander verglichen.

Die subjektiven Einschätzungen des Patienten, die hauptsächlich durch den *Miehlke Score* ermittelt wurden, und die pedobarographisch ermittelten Ergebnisse sind zwei zentrale Punkte dieser Arbeit.

Anhand der vorliegenden Studie sollten die folgenden konkreten Fragestellungen beantwortet werden:

1. Bietet die Arthrodesse ein besseres funktionelles Ergebnis als die Resektionsarthroplastik?
2. Bietet die Arthrodesse ein besseres Ergebnis bezüglich der Patientenzufriedenheit als die Resektionsarthroplastik?
3. Welche Komplikationen treten bei einer Arthrodesse auf und auf welche Problematiken ist der Patient speziell hinzuweisen?
4. Sind andere postoperative radiologische Nebenbefunde bei einer Arthrodesse festzustellen?

2 Material und Methode

2.1 Operationstechniken

2.1.1 Arthrodesse des Großzehengrundgelenks

Die Operation erfolgt in Rückenlage des Patienten. Nach Anlegen der Oberschenkelblutleere wird die chirurgische Hautdesinfektion durchgeführt und der Patient wird in üblicher Art steril abgedeckt. Der Zugang zum Großzehengrundgelenk erfolgt über einen ca. sieben Zentimeter langen dorso-medialen Schnitt über dem Großzehengrundgelenk mit Verlängerung auf den Schaft des Mittelfußknochens sowie des Grundgliedknochens I. Zunächst wird die Kapsel des Großzehengrundgelenks dargestellt und langstreckig mobilisiert, dann wird diese längs gespalten und z-förmig durchtrennt. Der Knochen wird in Gelenknähe subperiostal dargestellt. Das Gelenk wird mobilisiert und anschließend erfolgt die Arthrolyse und Synovektomie. Das Köpfchen des Mittelfußknochen I wird mit Hilfe einer sphärischen Fräse (Connex-Fräsen) angefrischt und moderat eingekürzt, so dass später eine gewünschte Arthrodesenstellung von ca. 35° zur Schaftachse des MT I nach dorsal, sowie eine Restvalgusstellung von ca. 10° erreicht werden kann. Dann erfolgt die Bearbeitung der Gelenkfläche der Grundgliedbasis mit der zugehörigen „männlichen“ sphärischen Fräse. Die Arthrodeseflächen werden aufeinander gestellt, eventuell erfolgt eine leichte Nachkorrektur der Resektionslänge. Dann wird das mediale Sesambein aufgesucht, scharf umfahren und danach schrittweise exziiert. In gleicher Weise wird mit dem lateralen Sesambein verfahren. Die Arthrodeseflächen werden erneut aufeinander gestellt und es folgt die Fixation mit einer Zuggurtungsosteosynthese von medial mit zwei Kirschnerdrähten und einer 8er-förmigen Drahtcerclage. Die Strecksehne wird z-förmig raffend genäht. Nach Spülung des Operationsfeldes erfolgen eine Subkutannaht und ein Hautnaht aus Einzelknopfrückstichnähten. Ein steriler Verband wird angelegt, die Oberschenkelblutleere wird geöffnet und es erfolgt das Anlegen der Gipsschiene.

Die dorsale Gipsschiene trägt der Patient für zwei Wochen, nach Entfernung der Fäden bekommt der Patient bis zum Ende der sechsten Wochen einen Gehgips. Nach der röntgenologischen Kontrolle des MTP-I-Gelenks erhält der Patient zur weiteren Versorgung einen Konfektionsschuh mit Sohlenversteifung bzw. mit einer Mittelfußrolle.



Abb. 2.1: Darstellung des Großzehengrundgelenks während einer Operation
(www.drmoeller.de/fuh_chirurgie.htm)

2.1.2 Resektionsarthroplastik des Großzehengrundgelenks

Der Patient wird wie unter 2.1.1 vorbereitet. Die Darstellung des Großzehengrundgelenks erfolgt über einen tibialseitigen Schnitt von sechs Zentimetern über dem Großzehengrundgelenk. Stark entzündete Bursen werden vollständig entfernt. Als nächstes werden der M. abductor hallucis sowie der M. extensor hallucis longus präpariert. Sodann wird ein proximal gestielter Gelenkkapsellappen gebildet und präpariert. Das Gelenk wird nun eröffnet. Mit einem gebogenen Lexermeißel wird das Mittelfußköpfchen I reseziert. Der Metatarsalstumpf wird mit Luerzangen weiter angeformt und mit Feilen geglättet. Anschließend erfolgt die Synovektomie des Gelenks in allen Bereichen. Das mediale und laterale Sesambein werden exzidiert, wobei starke Verwachsungen zu lösen sind. Der proximal gestielte Kapsellappen wird eingeschlagen und im Sinne einer Interpositionsarthroplastik mit den lateralen Gelenkkapselabschnitten vernäht. Dann wird der

M. abductor hallucis mobilisiert und verlagert. Unter Raffung durch transossäre Nähte am Großzehengrundgelenk wird der Muskel refixiert. Es erfolgt eine zusätzliche Raffnaht im Bereich dieses Muskels. Der Strecksehnenapparat wird weiter präparatorisch mobilisiert und nach tibialseitig verlagert, so dass er wieder über dem Gelenkmittelpunkt zentriert wird. Als nächstes erfolgt die Vernähung des dorsalen Randes des M. abductor hallucis gegen den rezentrierten Strecksehnenapparat. Der Verschluss der Wunde erfolgt wie unter 2.1.1 beschrieben.

Die Nachbehandlung erfolgt wie bei der Resektionsarthroplastik der Zehengrundgelenke II-V (s. 2.1.3). Die korrigierende Zügelung erfolgt ebenfalls mit der Darco®-Bandage.

2.1.3 Resektionsarthroplastik der Zehengrundgelenke II-V

Die Vorfußkorrektur mit Hilfe einer Resektionsarthroplastik erfolgte in der von Tillmann beschriebenen Originalmethode [112, 113]. Nach dieser Methode wird eine Resektionsarthroplastik im Großzehengrundgelenk nach Hueter (1871) bzw. Mayo (1908) mit einer Resektionsarthroplastik der MTP-Gelenke II bis V nach Hoffmann (1912) kombiniert [73].

Die Vorbereitung des Patienten erfolgt wie unter 2.1.1 beschrieben. Plantar wird unter Ausschneidung der Druckschwielen die Exzision eines entsprechenden Hautareals durchgeführt, um später einen Dermodeseeffekt, d.h. plantare Raffung der Haut zur Verbesserung der Zehenstellung, zu erreichen. Als nächstes werden die Bursen dargestellt. Unter Lösung von Verwachsungen werden die Bursen entfernt. Sodann wird in Regio MTP II durch stumpfes Aufspreizen der Weichteile in Längsrichtung die Kapsel dargestellt und längs gespalten. Die Beugesehnen werden zu Seite gehalten und mit Hilfe eines Elevatoriums wird das Metatarsalköpfchen dargestellt. Die Seitenbänder werden dabei abgelöst. Mit einer Knochenschere wird das Metatarsalköpfchen reseziert. Verwachsungen werden gelöst und das Resektat wird entfernt. Mit Luerzangen und Stellbrinkzangen erfolgt die Synovektomie des Zehengrundgelenks und der Mittelfußknochenstumpf wird geglättet. Das PIP-Gelenk wird bedarfsweise geschlossen mobilisiert. Dann wird, ähnlich einer Kapselplastik eine raffende Naht von distal-dorsal nach plantar-proximal auf der tibialen Seite durchgeführt. An den Strahlen III bis V wird in gleicher Weise verfahren. Zur Weichteilkorrektur werden bei schweren Deformitäten Zügelungsfäden durch die Zehenendglieder gelegt. Die Blutleere wird geöffnet und in typischer Weise erfolgt der Wundverschluss mit Fettgaze, sterilem Verband und Druckverband mit korrigierenden Bandagezügen. Abschließend wird die präoperativ angefertigte dorsale Unterschenkelgipsschiene einschließlich Zügelung angelegt.

Der postoperativ-redressierende Verband (Verbandsanordnung nach Vainio) mit der Gipsschiene, gegen die die Zehen mittels Pflasterzügelung in Korrekturstellung fixiert werden, wird für 14 Tage getragen. Dann erhält der Patient eine Zehenzügelbandage (Darco®-Bandage), die mindestens bis zum Ende der postoperativen Woche getragen werden soll. Ab dem 14. Tag werden die Gelenke mobilisiert und es erfolgt eine Sohlenbelastung im Langzeit-Verbandschuh mit individueller Bettung. Nachdem der Vorfuß abgeschwollen ist (nach ca. sechs Wochen) bekommt der Patient Konfektionsschuhwerk mit maßgefertigten Einlagen.

2.2 Das Patientenkollektiv

2.2.1 Daten aller Patienten

Von Januar 1999 bis August 2002 wurden in der Abteilung für Rheumaorthopädie des Nordwestdeutschen Rheumazentrums in Sendenhorst 95 Patienten, bei denen die Diagnose einer rheumatoiden Arthritis gesichert war, am Vorfuß operiert.

Dieser Untersuchungszeitraum wurde gewählt, da die Operationsmethode der Resektionsarthroplastik in Kombination mit einer Arthrodese im St. Josef-Stift in Sendenhorst vermehrt erst seit 1998 durchgeführt wurde und der Nachuntersuchungszeitraum mindestens zwei Jahre nach der Operation betragen sollte. Der Zweijahreszeitraum wurde gewählt, damit operationsbedingte Komplikationen wie Wundheilungsstörungen ausgeschlossen und sekundär auftretende Probleme erkannt werden konnten.

Insgesamt ergibt sich eine Zahl von 108 Operationen bei 95 Patienten. Das Patientenkollektiv wurde in zwei Gruppen, die miteinander verglichen wurden, eingeteilt:

- (1) Arthrodese des Großzehengrundgelenks kombiniert mit einer Resektionsarthroplastik der Zehengrundgelenke II – V nach Hoffmann/Tillmann,
- (2) Resektionsarthroplastik aller Zehengrundgelenke nach Hoffmann/Tillmann.

Daraus ergibt sich für die erste Gruppe eine Zahl von 46 operierten Füßen. In der zweiten Gruppe wurden insgesamt 62 Füße operiert.

Diese Studie umfasst die Nachuntersuchung von 53 Patienten, deren operative Vorfußkorrektur mindestens zwei Jahre zurücklag. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren drei Patienten verstorben, sieben konnten aufgrund von Umzügen nicht erreicht werden und 18 Patienten wollten oder konnten an der Nachuntersuchung aufgrund der Entfernung und/oder des Gesundheitszustandes nicht teilnehmen.

Bei fünf der 53 Patienten wurden beide Füße operiert und nachuntersucht, sodass sich eine Zahl von 58 nachuntersuchten Füßen ergibt, d.h., dass in der ersten Gruppe 33 Füße und in

der zweiten Gruppe 25 Füße nachuntersucht wurden. Der positive Patientenresponse beträgt 59,6% (nachuntersuchte Patienten, von operierten Patienten) des noch lebenden Kollektivs.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung betrug das Durchschnittsalter der Probanden 57,7 Jahre. In der Patientengruppe, die eine Arthrodesese bekam, betrug das Durchschnittsalter 52,9 Jahre (Alterbereich 43,7 – 61,1 Jahre). In der Patientengruppe der Resektionsarthroplastik betrug das Durchschnittsalter zum Nachuntersuchungszeitpunkt 63,0 Jahre (Altersbereich 54,8 – 71,2 Jahre). Der Unterschied ist signifikant ($p < 0,0001$).

Es wurden insgesamt 83 Frauen (87,4%) und 12 Männer (12,6%) operiert. Dies entspricht in etwa der statistisch errechneten Geschlechterverteilung bei chronischer Polyarthritits/rheumatoider Arthritis, nach der 86% der Frauen und 13,5% der Männer an dieser Krankheit erkranken.

Die Geschlechtsverteilung im Nachuntersuchungskollektiv gibt diese Tendenz in etwa wieder, da 43 Frauen (83%) und 10 Männer (17%) zur Nachuntersuchung erschienen.

Die Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung betrug mindestens zwei Jahre und lag im Mittel bei 3,3 Jahren (2 - 5,3 Jahre). Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum betrug in der Arthrodesegruppe 2,9 Jahre (2 - 4,9 Jahre) und in der Resektionsarthroplastikgruppe im Durchschnitt 3,7 Jahre (2 - 5,3 Jahre). Diese Unterschiede sind alle nicht signifikant.

2.3 Methode

Zunächst wurden die Patienten über den Zweck, die Bedeutung, den Verlauf und die nötigen Untersuchungsschritte der Studie aufgeklärt. Anschließend wurde die freiwillige Teilnahme des Patienten schriftlich festgehalten. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie wurden anhand einer schematisierten Befragung inklusive einer Anamnese, einer klinischen Befundung, einer radiologischen Untersuchung und Befundung, einer pedobarographischen Messung und verschiedener Scores erarbeitet.

2.3.1 Befragung

Zur Beurteilung des barfüßigen Gehschmerzes wurden die Patienten gebeten, den durchschnittlichen und den niedrigsten Schmerzgrad in den letzten 14 Tagen auf einer Skala von 0-10 anzugeben. Da der Schmerz bei chronischen Erkrankungen mit einer Mehrfach-Skala besser beurteilt werden kann als mit einer Einfach-Skala [51], ergibt der Durchschnitt der beiden ermittelten Werte das Maß für die individuelle Schmerzintensität des gesamten Fußes. Außerdem wurden die speziellen Schmerzpunkte beim Barfußgang im Bereich des Sprunggelenks, des Subtalgelenks, des Mittelfußes und des ersten bis fünften Strahls, (incl.

der Metatarsophalangealgelenke der proximalen Phalangealgelenke), erfasst. Des Weiteren gab der Patient die maximal mögliche Gehdauer in Minuten an. Es wurden die Werte sowohl für den rechten als auch für den linken Fuß erhoben. Ebenso wie der barfüßige Gehschmerz und die Gehdauer wurde auch das Maß für die individuelle Morgensteifigkeit mit Hilfe einer Mehrfach-Skala beurteilt und die Dauer der Morgensteifigkeit (in Minuten) festgehalten.

2.3.2 Klinische Untersuchung

Um die Fußbeweglichkeit zu beurteilen, wurde das passive Bewegungsausmaß des Sprunggelenks und des ersten Strahls festgestellt, indem die Inversion im unteren Sprunggelenk sowie die Plantarflexion und Dorsalextension im oberen Sprunggelenk und in den Gelenken des ersten Strahls geprüft wurde. Es wurde zwischen einer erhaltenen physiologischen Beweglichkeit, einer eingeschränkten Beweglichkeit und einem nicht beweglichen, kontrakten Gelenk unterschieden. Als mögliche Ursachen für Bewegungseinschränkungen beim barfüßigen Gehen wurden entzündete Schleimbeutel und Schwielen auf der Fußsohle durch passiv erzeugte Druckpunkte lokalisiert. Weiterhin wurden Hammer- und Krallenzehen sowie die Zehenformel erfasst. Die Zehenformel unterscheidet drei Fußformen: die ägyptische Form, bei der der erste Zeh größer als der zweite Zeh ist, die quadratischen Form, bei der erster und zweiter Zeh gleichlang sind, und die griechische Form, bei der der erste Zeh kleiner als der zweite ist.

2.3.3 Radiologische Untersuchung und Befundung

Die radiologische Untersuchung basierte auf drei Röntgenbildern von jedem Probanden. Der Vorfuß wurde sowohl im dorso-plantaren Strahlengang als auch im seitlichen und schräglateralen Strahlengang abgebildet. Die Röntgenbilder der Probanden mit Resektionsarthroplastiken in Kombination mit einer Arthrodesese des Großzehengrundgelenks wurden bezüglich der knöchernen Durchbauung befundet und die Röntgenbilder der Probanden mit Resektionsarthroplastiken wurden bezüglich des Metatarsalindex befundet. Die folgenden Parameter wurden bei beiden Gruppen bestimmt:

- Neoköpfchen und Exostosen: Diese sind Knochenneubildungen an der Stelle der Resektion. Bei einem Neoköpfchen handelt es sich um ein quasi neu gebildetes Gelenkköpfchen. Bei einer Exostose ist unförmiger neuer Knochen entstanden.
- Subluxationen: Sie entstehen, wenn ein Gelenk, welches durch zwei Knochen gebildet wird, nicht mehr in seiner physiologischen Position zueinander steht. Ist der Gelenkkontakt komplett aufgehoben, spricht man von einer Luxation.

- Erosionen: Hierbei handelt es sich um akute Entzündungszeichen, die sich als oberflächlicher Knochenverlust durch den Entzündungsvorgang manifestieren.
- Phalanxbodenwinkel: Er entspricht dem Winkel, der aus der Achse des proximalen Zehengliedes und der Ebene der Filmkassette des Röntgenfilms gebildet wird (s. Abb. 2.2 und 2.3).



Abb. 2.2: *Röntgenologische Aufnahme des linken Fußes einer 38-jährigen Patientin mit der Darstellung des Phalanxbodenwinkels (Nr. 46 der vorliegenden Studie)*

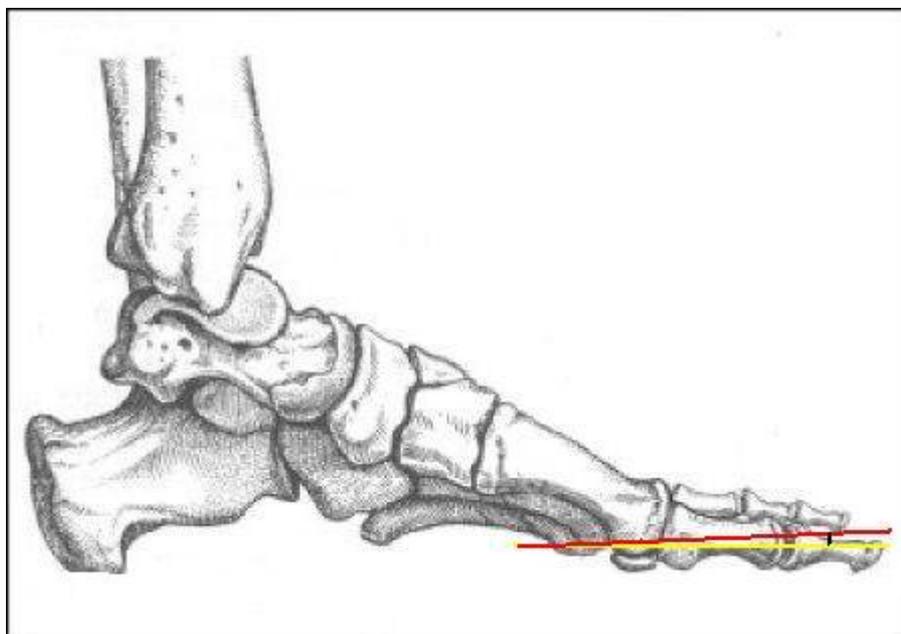


Abb. 2.3: *Schematische Darstellung des Phalanxbodenwinkels (www.learn-line.nrw.de/angebote/sinus/projektnw/materialpool/welt_des_kleinen/spuren/fuss.JPG)*

Der Hallux-valgus-Winkel, der aus der Schafthalbierenden des ersten proximalen Zehngliedes und der Schafthalbierenden des ersten Metatarsalknochens gebildet wird, wurde in der Literatur von Venning und Hardy [120] beschrieben und definiert (s. Abb. 2.4). Mitchell et al. [76] definierten den Winkel durch die Achse des ersten Metatarsale, die durch die Mittelpunkte der Gelenkflächen des ersten Metatarsalknochens und der Schafthalbierenden des Hallux gebildet wird. Da jedoch bei der Resektionsoperation das Metatarsalköpfchen komplett reseziert wird, ist die Vermessung nach Mitchell et al. bei dieser Studie nicht möglich.

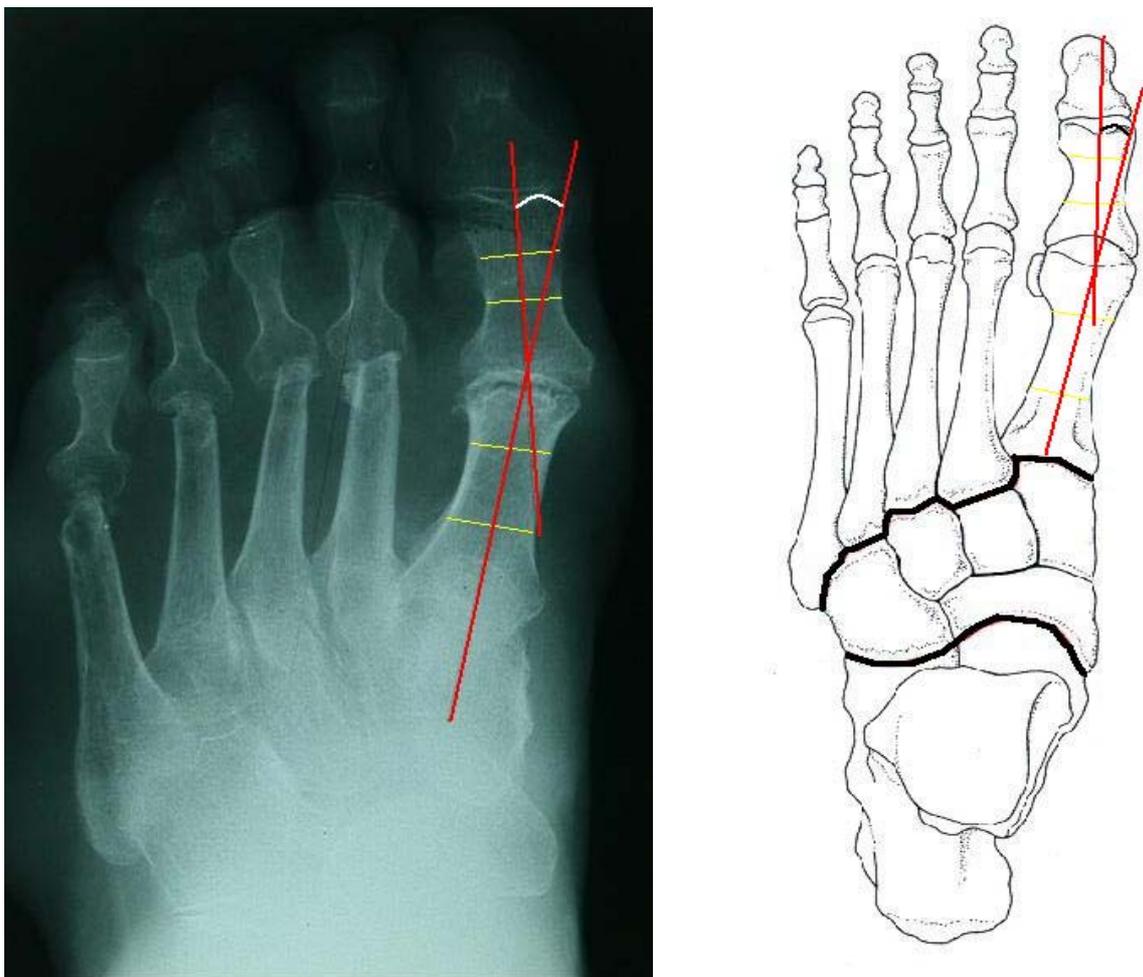


Abb. 2.4: *Darstellung des Hallux-valgus-Winkels nach Venning und Hardy (linke Seite: Röntgenologische Aufnahme des linken Vorfußes eines 67-jährigen Patienten (Nr.: 44 der vorliegenden Studie); rechte Seite: Schematische Darstellung (www.uni-rostock.de/fakult/medfak/anatomie/abbildungen/fuss_dors001.JPG))*

Die Zehenlänge der ersten und zweiten Zehe hat neben einem ästhetischen Aspekt auch einen funktionellen Bedeutung (s. Abb. 2.5). Ist die zweite Zehe länger als die erste so übernimmt sie deren Funktion beim Abrollvorgang des Fußes. Über den längsten Zeh, normalerweise die Großzehe, erfolgt der Abstoß. Ist die zweite Zehe länger als die erste, erfolgt der letzte Bodenkontakt über diese. Daher ist das Ziel der Operation eine annähernd gleich lange Zehenlänge des ersten und zweiten Zehs. Allenfalls sollte der erste minimal länger sein als der zweite Zeh.



Abb. 2.5: Schematische Darstellung der unterschiedlichen Zehenkonfigurationen
(www.ksw.ch/mederhlfuss.htm)

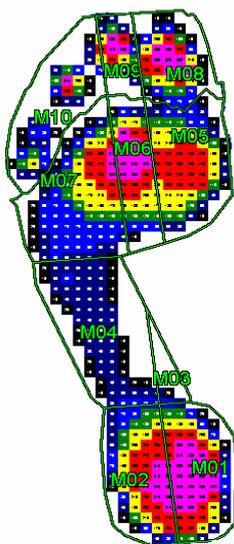
Im Folgenden werden radiologische Nebenbefunde, wie Pseudarthrosen, Metatarsalindex, Zysten und Ankylosen kurz erläutert.

- **Pseudarthrosen:** So werden Gelenke bezeichnet, bei denen die angestrebte knöcherne Fusion ausgeblieben ist. Meist bildet sich nur straffes Bindegewebe (nur bei Patienten mit einer Arthrodesese).
- **Metatarsalindex:** Bei der Bestimmung des Metatarsalindex werden drei Grade unterschieden: Als „Plus-Index“ wird bezeichnet, wenn das erste Metatarsale nach der Resektion länger als die zweite ist. Ist die zweite länger als das erste Metatarsale, handelt es sich um einen „Minus-Index“. Sind beide Metatarsalia gleich lang, spricht man von einem „Plus/Minus-Index“ (nur bei Patienten mit einer Resektionsarthroplastik).
- **Zysten:** Dies sind gutartige flüssigkeitsgefüllte Hohlräume im Knochen.
- **Ankylose:** Um eine knöcherne Ankylose handelt es sich, wenn ein Gelenk ohne therapeutische Anwendung knöchern versteift.

2.3.4 Pedobarographische Messung

Die zur ambulanten Kontrolluntersuchung erschienenen Patienten wurden bezüglich der plantaren Druckverteilung unter dem Fuß vermessen. Dazu liefen die Patienten über eine kapazitive Druckverteilungsmessplatte (MINI-EMED, Novel GmbH, München, Deutschland), die in eine Mattenbahn eingelassen war, sodass es nicht zu Niveauunterschieden kam. Die Plattform ist 65 mal 29 cm groß und 2,5 cm dick, und hat eine Sensorfläche von 36 mal 18 cm. Die Auflösung beträgt 3 Sensoren/cm². Die dynamische plantare Fußbelastung wird mit einer Frequenz von 16 Hz gemessen. Die Patienten wurden gebeten, in selbst gewählter Geschwindigkeit mit ihrer individuellen Schrittlänge auf der Mattenbahn zu laufen. Es sollten sowohl mindestens drei Schritte vor dem Schritt auf die Plattform als auch drei nachfolgende Schritte erfolgen, um einen möglichst normalen Gang zu demonstrieren und die Untersuchungsdaten nicht zu verfälschen. Die Messungen wurden wiederholt, bis von jedem Fuß fünf Schritte aufgenommen waren.

Nach durchgeführter Messung und Speicherung der Daten wurden diese mit der Software Novel Database M 13.1.16 aufbereitet. Um eine standardisierte Datenanalyse der ermittelten Druckverteilungsmuster zu bekommen, wurde jeder Fuß in zehn Zonen unterteilt. Dieses Schema entspricht einer Maske, die an jede Fußmessung speziell angepasst werden musste. Der Fuß wurde in zehn Regionen unterteilt (s. Abb. 2.6).



- M 01= mediale Ferse**
- M 02= laterale Ferse**
- M 03= medialer Mittelfuß**
- M 04= lateraler Mittelfuß**
- M 05= 1. Metatarsale**
- M 06= 2. Metatarsale**
- M 07= 3.-5. Metatarsale**
- M 08= 1. Zeh**
- M 09= 2. Zeh**
- M 10= 3.-5. Zeh**

Abb. 2.6: Schematische Darstellung der plantaren Druckverteilung in zehn Regionen

Aus den fünf Messungen pro Fuß wurde nun für jede Region und jeden Parameter der Mittelwert errechnet. Die Kontaktfläche, der Spitzendruck, die Durchschnittsgeschwindigkeit des Druckzentrums während des Abrollvorgangs und die mittlere Kraft wurden jeweils bestimmt.

2.3.5 Scores

Es wurden vier verschiedene Scores mittels Fragebögen erhoben, die vom Patienten selbst ausgefüllt wurden.

2.3.5.1 Modifizierter Miehle Score

Das modifizierte Bewertungsschema nach Miehle wurde speziell zur Bewertung operativer Vorfußkorrekturen weiterentwickelt. 1987 entstand der ursprüngliche Score [74], in dem die subjektiven Parameter, die letztlich entscheidend für das Gesamtergebnis sind, besonders stark gewichtet waren. Das ursprüngliche Schema beinhaltete nur subjektive Parameter, wie „Schmerz“, „Gehfähigkeit“ und „Fußform“, die zu zwei Dritteln in die Bewertung einfließen, wohingegen objektive Parameter, wie „Zehenstand“ und „Komplikationen“, nur zu einem Drittel einfließen. Da aber nicht nur der Schmerz und die Gehfähigkeit als Parameter für die Funktionstüchtigkeit herangezogen werden können, wurde der Score 1998 von Koch [62] modifiziert. Der modifizierte, hier zugrunde gelegte Score wurde durch die Parameter „Schuhwahl“ und „Gehhilfen“ erweitert. Diese wurden in Anlehnung an den Score nach Gainor [30] miteinbezogen. Es wurden die subjektiven Parameter, wie „Schmerz“, „Gehfähigkeit“, „Fußform“ und „Schuhwahl“, sowie die objektiven Parameter, wie „Gehhilfen“, „Zehenstand“ und „Komplikationen“, erhoben. Der modifizierte Score setzt sich so aus sieben verschiedenen Parametern zusammen, die zu je drei Siebteln subjektive und objektive Einschätzungen wiedergeben werden. Der siebte Parameter „Komplikation“ sollte vom Untersucher bestimmt werden, da die Einschätzung aus dem Verlauf der Krankengeschichte resultiert. Die maximal zu erreichende Punktzahl beträgt 16 Punkte. Die genaue Punkteverteilung gibt nachfolgende Tabelle wieder.

Tab. 2.1: *Das modifizierte Bewertungsschema nach Miehle*

		Punkte
Schmerz	Kein	5
	leicht/gelegentlich	4
	nach längerer Gehstrecke	3
	nach mittlerer Gehstrecke	2
	bei jedem Schritt	1
	Dauerschmerzen	0
Gehfähigkeit	uneingeschränkt	3
	leicht eingeschränkt	2
	stark eingeschränkt	1
	sehr stark eingeschränkt	0
Schuhwahl	beliebiges Schuhwerk	2
	eingeschränkte Schuhwahl	1
	Maßschuhe	0
Gehhilfen	Keine	2
	Einseitig	1
	Beidseitig	0
Fußform	einwandfrei	2
	mit leichten Mängeln	1
	unbefriedigend	0
Zehenstand	Möglich	1
	Unmöglich	0
Komplikationen	keine/unerheblich	1
	schwerwiegend	0
Ergebnis	16-13 Punkte	sehr gut
	12-9 Punkte	gut
	8-5 Punkte	ausreichend
	4-0 Punkte	schlecht

Da aufgrund des Operationsprinzips in der Patientengruppe, die eine Arthrodesse erhalten hatte, eine Versteifung des Großzehengrundgelenks vorgenommen wurde, ist der Zehenstand bei diesen Probanden nicht möglich. Deshalb wird der modifizierte *Miehle Score* einmal mit und einmal ohne den Parameter „Zehenstand“ erhoben, um eine bessere Vergleichbarkeit zu erhalten.

2.3.5.2 Foot Function Index (FFI)

Der *Foot Function Index* (Anhang 11.4) erfasst die fußspezifische Beeinträchtigung der Patienten [14]. Dieser Index ist in drei Themengebiete unterteilt. Die Fragen beschäftigen sich mit den Themen Schmerz, Behinderung und Aktivitätsbeeinträchtigung des Fußes. Die Fragen werden mittels der visuellen Analogskala, einem 100 mm langen Zahlenstrahl, nach visuellem Ermessen beantwortet. Die Zahlenwerte der Fragen des jeweiligen Themas werden addiert und durch die Summe der Fragen geteilt. Die Ergebnisse der drei Teilbereiche werden ebenfalls addiert und durch drei geteilt.

2.3.5.3 Health Assessment Questionnaire-G (HAQ)

Mit Hilfe des *Health Assessment Questionnaire Score* (Anhang 11.5) wird die funktionelle Beeinträchtigung besonders von Patienten mit rheumatoider Arthritis bei der klinischen Untersuchung festgestellt. Der Score wird häufig angewendet und befasst sich mit der möglichen Fähigkeit des Patienten, tägliche Aufgaben wie Ankleiden, Aufstehen, Gehen, Hygiene, Greifen und Öffnen zu erfüllen. Die deutsche Version des HAQ wurde in Bezug auf Reliabilität und Validität erfolgreich untersucht [13].

2.3.5.4 Rheumatoid Arthritis Disease Activity Index (RADAI)

Die momentane Aktivität der rheumatoiden Arthritis kann mit dem *Rheumatoid Arthritis Disease Activity Index* (Anhang 11.6) erfasst werden [104]. Dieser Index erhebt die zum Zeitpunkt der Untersuchung vorhandene wie auch die allgemeine bisherige Aktivität der Erkrankung, indem der Patient mittels Fragebogen Auskunft über den Gelenkschmerz, die Morgensteifigkeit sowie die Anzahl der schmerzhaften Gelenke pro Körperseite gibt.

2.4 Die statistische Auswertung und verwendete Software

Die statistische Analyse wurde mit dem Tabellenkalkulationsprogramm „Microsoft Excel 2000“ und dem Statistikprogramm „StatView“ durchgeführt. Die Auswertung der Daten erfolgte mit einem nicht-parametrischen Test, dem Mann-Whitney-Test, um signifikante Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsgruppen zu evaluieren. Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha=0,05$ festgelegt.

3 Ergebnisse

3.1 Demographische und klinische Daten

3.1.1 Allgemeine Daten

Es bestand ein signifikanter Altersunterschied zwischen den Untersuchungsgruppen (Tab.3.1). Die Patientengruppe mit einer Arthrorese war im Durchschnitt 52,9 Jahre alt, d.h. sie war signifikant jünger als die Gruppe mit einer Resektionsarthroplastik, die im Mittel 63,0 Jahre alt war ($p < 0,0001$). Die Differenz (%) gibt die Differenz zwischen beiden Gruppen bezogen auf den Mittelwert der beiden Gruppen an.

Tab. 3.1: *Antropometrische und klinische Parameter der beiden Untersuchungsgruppen*

Antropometrische & Klinische Parameter	Arthrorese (n=33)		Arthroplastik(n=25)		Differenz %	Signifikanz p=
	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD		
Alter [Jahren]	52,9	8,8	63,0	8,3	-17,5	<0,0001
BMI [kg/m ²]	24,7	4,4	24,5	4,5	0,7	ns
Gehschmerz (max.10)	5,3	2,9	4,3	2,6	21,6	ns
Gehzeit (min)	19,2	50,3	29,9	69,0	-43,3	ns
Morgensteifigkeit (1-10)	4,1	3,0	3,4	2,6	17,0	ns
Dauer der Morgensteifigkeit (min)	29,6	44,7	28,4	43,0	4,2	ns

Die Gehfähigkeit unterschied sich deutlich, so konnten die Patienten mit einer Arthrorese im Durchschnitt 19,2 Minuten gehen, wohingegen die Patienten mit einer Resektionsarthroplastik aller Zehengelenke mehr als zehn Minuten länger gehen konnten, im Durchschnitt 29,9 Minuten. Dieser Unterschied war nicht signifikant, gibt aber eine Tendenz zur besseren Gehfähigkeit nach einer Resektionsarthroplastik wieder. Der Body-Mass-Index, die Schmerzen beim barfuß gehen, die morgendliche Steifigkeit der Gelenke und deren Dauer unterschieden sich nicht signifikant, ebenso wenig wie der Palpationsschmerz aller Fußgelenke.

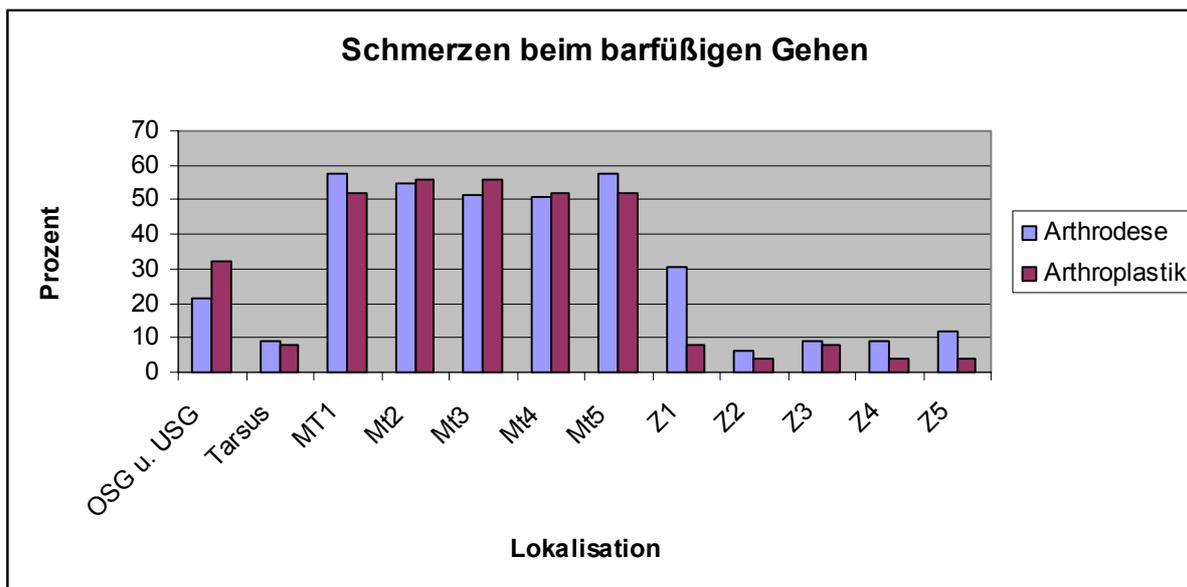


Abb. 3.1: Schmerzen beim barfüßigen Gehen nach Lokalisation in % der Befragten pro Gruppe

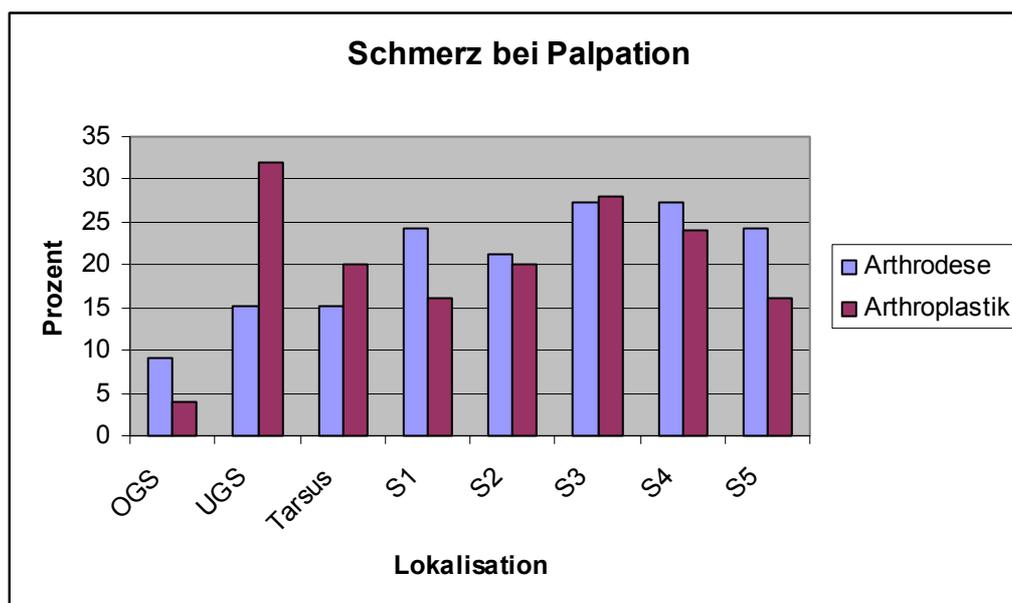


Abb. 3.2: Schmerzen bei Palpation nach Lokalisation in % der Befragten pro Gruppe

Die passive Beweglichkeit des Sprunggelenks wies keine signifikanten Unterschiede in den Untersuchungsgruppen auf (2=kontrakt, 1=eingeschränkt, 0=max. Beweglichkeit). Bei der Beweglichkeit des ersten Strahls zeigt sich ein hochsignifikanter Unterschied ($<0,0001$). Durch die Versteifung des Großzehengrundgelenks ist dieses Gelenk in der Arthrodesisgruppe zu 100% kontrakt gegenüber der Arthroplastikgruppe, wo nur ein Gelenk kontrakt war.

Tab. 3.2: Die Beweglichkeit der einzelnen Gelenke im Vergleich

Beweglichkeit	Arthrodesese (n=33)		Arthroplastik(n=25)		Signifikanz p=
	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD	
1. Strahl	2,0	0,0	0,5	0,7	<0,0001
Dorsalextension	0,3	0,6	0,4	0,6	ns
Inversion	0,3	0,5	0,2	0,4	ns
Plantarflexion	0,2	0,5	0,2	0,4	ns

3.1.2 Zehenformel

Im Wesentlichen hat die Zehenformel eine ästhetische Aussage. Bei einem normalen Abrollvorgang erfolgt der Abstoß von der Großzehe. Wenn es sich um eine griechische Form handelt ist dies jedoch schwierig, da der zweite Zeh länger als die Großzehe ist. Dies verdeutlicht, dass auch ein funktionell wichtiger Vorgang durch die Zehenformel beeinflusst werden kann. Wie Tabelle 3.3 zeigt, unterschieden sich die Zehenformeln der Untersuchungsgruppen signifikant ($p=0,0223$).

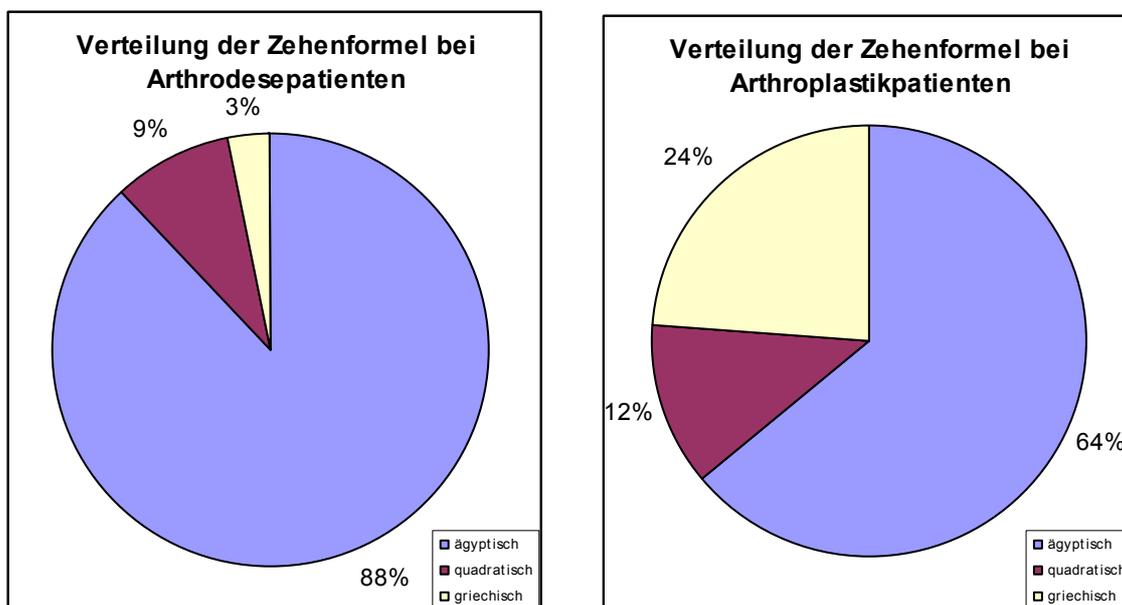


Abb. 3.3: Verteilung der Zehenformel (linke Seite: Arthrodesepatienten; rechte Seite: Resektionsarthroplastikpatienten)

3.2 Radiologische Daten

Tab. 3.3: Übersicht über die radiologischen Daten

Radiologische Daten	Arthrodeese (n=33)	Arthroplastik (n=25)	Signifikanz
Neoköpfchen (%)	30,3%	28%	ns
Exostosen (%)	39,4%	64%	0,0334
Luxationen (%)	9,1%	12%	ns
Subluxationen (%)	15,2%	8%	ns
Erosionen (%)	18,2%	8%	ns
Phalanxbodenwinkel (°nach dorsal)	6,9°	11,1°	ns
Halluxwinkel (°valgische Abweichung)	19,5°	18,2°	ns
Zehenlänge (mm)	19,2	11,2	0,0006
Pseudarthrose (%)	6,1%	-	-
(nur Arthrodeese)			
Metatarsalindex +/- (%)	-	77,3	-
(nur Arthroplastik)			
Zysten	0%	4%	ns
Ankylosen	0%	4%	ns

In der ersten (= Arthrodeese) Untersuchungsgruppe traten bei 30,3% der Untersuchten Neoköpfchen auf, wobei es am häufigsten zu einer Neubildung am zweiten Metatarsale (achtmal) kam (s. Abb. 3.4). Am dritten Metatarsale kamen zweimal Neoköpfchen und am vierten und fünften Metatarsale kamen dreimal Neoköpfchen vor. Bei den Probanden mit einer Resektionsarthroplastik wurden in 28% der Fälle Neoköpfchen gefunden. Auch in dieser Untersuchungsgruppe traten am zweiten Metatarsale die häufigsten Neubildungen auf (siebenmal). Außerdem kam es am ersten Metatarsale zu einer weiteren Neubildung. Exostosen traten bei den Probanden mit einer Arthrodeese zu 39,4% auf (s. Abb. 3.4). Am häufigsten waren hier das zweite und vierte Metatarsale betroffen (siebenmal). Des Weiteren kamen viermal am dritten Metatarsale und zweimal am fünften Metatarsale Exostosen vor. Die Statistik zeigt mit einem p-Wert=0,0334 signifikant weniger Exostosen bei Patienten mit einer Arthrodeese. Bei den Probanden in der zweiten (= Resektionsarthroplastik) Untersuchungsgruppe kamen in 64% der Fälle Exostosen vor. Am häufigsten waren das erste und dritte Metatarsale betroffen (je zehnmal). Weiterhin waren fünfmal das zweite, viermal das vierte und dreimal das fünfte Metatarsale von einer Knochenneubildung betroffen.



Abb. 3.4: *Radiologische Aufnahme eines rechten Vorfußes einer 53-jährigen Patientin (Nr.: 3 der vorliegenden Studie). Der rote Pfeil zeigt ein Neoköpfchen des II Metatarsalknochens und der gelbe Pfeil zeigt eine Exostose des IV Metatarsalknochens.*

Luxationen traten in der ersten Untersuchungsgruppe, den Probanden mit einer Arthrodesese, zu 9,1% auf (s. Abb. 3.5). Am häufigsten war das Neo-Gelenk der vierten Metatarsale mit der entsprechenden Phalanx luxiert (dreimal). Das Gelenk der fünften Metatarsale und der entsprechenden Phalanx war zweimal und die Gelenke der zweiten und dritten Metatarsale waren je einmal luxiert. Die Gelenke in der zweiten Untersuchungsgruppe waren zu 12% luxiert. Am häufigsten traten Luxationen an der dritten Metatarsale und der zugehörigen Grundphalanx auf (zweimal). Auch waren Luxationen je einmal an der ersten und zweiten Metatarsale und der entsprechenden Grundphalanx zu finden. Subluxationen traten in der Arthrodesegruppe zu 15,2% auf. Die häufigsten Subluxationen fanden sich an der zweiten und fünften Metatarsale und der jeweiligen zugehörigen Grundphalanx. Es kam auch je zweimal zu Subluxationen an der dritten und vierten Metatarsalen und der entsprechenden Grundphalanx. In der Gruppe der Probanden mit einer Resektionsarthroplastik traten zu 8% Subluxationen auf. Es kam an jedem Gelenk der Metatarsalen I-V zu einer Subluxation.



Abb. 3.5: *Radiologische Aufnahme des linken Fußes eines 67-jährigen Patienten (Nr. 44 der vorliegenden Studie). Der rote Pfeil zeigt eine Luxation des ersten MTP-Gelenks.*

Bei den Patienten mit einer Arthrodesese traten in 18,2% der Fälle erosive Veränderungen auf (s. Abb. 3.6). Viermal und damit am häufigsten war das Interphalangealgelenk betroffen und zweimal das Köpfchen der ersten Metatarsale. In der Gruppe der Resektionsarthroplastik wiesen 8% der Probanden Erosionen auf. Es war zweimal das Interphalangealgelenk betroffen.



Abb. 3.6: *Radiologische Aufnahme des linken Vorfußes eines 74-jährigen Patienten (Nr. 19 der vorliegenden Studie). Der rote Pfeil zeigt eine Erosion des ersten Zehengrundgliedes.*

Der Phalanxbodenwinkel, gemessen zwischen der Achse des proximalen Zehengliedes und der Horizontalen, betrug in der ersten Gruppe der nachuntersuchten Patienten $6,9^\circ$ Abweichung nach dorsal zur Horizontalen. Die zweite Gruppe der Patienten zeigte eine dorsale Abweichung von $11,1^\circ$.

Der Hallux-valgus-Winkel, gemessen nach der Methode nach Venning und Hardy, betrug in der Patientengruppe mit einer Arthrodesis 2,9 Jahre postoperativ im Durchschnitt $19,5^\circ$. In der zweiten Untersuchungsgruppe mit einer Resektionsarthroplastik betrug der Hallux-valgus-Winkel im Mittel 3,7 Jahre postoperativ $18,2^\circ$.

Die große Zehe war in der ersten Untersuchungsgruppe im Mittel 19,2 mm länger als die zweite Zehe. In der zweiten Gruppe war die Großzehe im Durchschnitt 11,2 mm länger als die zweite Zehe.

Da die knöchernen Durchbauung des Großzehengrundgelenks das Behandlungsziel einer Arthrodesisoperation ist, sind Pseudarthrosen ein deutlicher Misserfolg dieser Operationsart (s. Abb. 3.7). Bei zwei der nachuntersuchten Patienten hatten sich statt einer guten knöchernen Durchbauung straffes Bindegewebe gebildet, dies entspricht 6,1% der nachuntersuchten Fälle.



Abb. 3.7: *Radiologische Aufnahme des linken Vorfußes. Trotz der Fixierung mit zwei gekreuzten Schrauben bleibt die knöcherne Fusion aus. Der rote Kreis zeigt eine Pseudarthrose des Großzehengrundgelenks.*

Statt der knöchernen Durchbauung wurde in der zweiten Patientengruppe das Längenverhältnis der Metatarsalen, der Metatarsalindex, beurteilt. Ein „Plus-Index“ wird gleich 1 gesetzt, ein „Minus-Index“ gleich -1 und ein „Plus-Minus-Index“ entspricht 0. Daraus ergab sich im Mittel ein Wert von -0,01, d.h. gibt eine leichte Tendenz zum „Minus - Index, der nicht gewünscht ist. In der prozentualen Verteilung ergab sich allerdings ein deutlicheres Bild. Dort haben nur 9% einen „Minus-Index“, 13,6% einen „Plus-Index“ und 77,3% entsprechen einem „Plus-Minus-Index“.

Zysten kamen nur bei einem Patienten in der Resektionsarthroplastikgruppe vor, dies entspricht 4%.

Ankylosen waren nur bei einem Patienten der gleichen Gruppe am Großzehengrundgelenk vorhanden, d.h. bei 4% der Fälle handelt es sich um eine Ankylose.

3.3 Pedobarographische Daten

Tab. 3.4 gibt einen Überblick über die allgemeinen Parameter der Pedobarographie. Signifikante Unterschiede wurden bei dem Spreizkoeffizienten, der Fußlänge und der mittleren Geschwindigkeit festgestellt. Der Spreizkoeffizient zeigt an, dass die Füße der Patienten mit einer Arthrodesese schmaler waren als die Füße der Patienten mit einer Resektionsarthroplastik ($p=0,0003$). Weiterhin waren die Füße länger ($p=0,0361$). Bezüglich der Geschwindigkeit wurde festgestellt, dass die Patienten in der Arthrodesese Gruppe den Fuß schneller abrollen als die Probanden der Resektionsarthroplastikgruppe ($p=0,0137$).

Tab 3.4: Allgemeine Parameter

Allgemeine Parameter	Arthrodesese (n=33)		rArthroplastik (n=25)		Differenz %	Signifikanz p=
	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD		
Ar-Al [cm ²]	7,0	3,9	6,5	2,9	7,4	ns
Ar+Al [cm ²]	11,6	4,0	10,4	2,7	10,5	ns
Bogenindex	0,3	0,1	0,3	0,0	5,5	ns
Fläche zw. Achse & Ganglinie (Ar) [cm ²]	5,8	4,4	5,5	3,4	5,9	ns
Fläche zw. Ganglinie & Achse (Al) [cm ²]	5,7	4,4	4,9	4,0	15,4	ns
Spreizkoeffizient	0,4	0,0	0,4	0,0	-7,2	0,0003
Fußlänge [cm]	19,5	2,2	18,2	2,4	6,8	0,0361
Relative max. Geschwindigkeit [%ROP]	65,7	29,3	58,5	33,8	11,6	ns
Max. Geschwindigkeit beim Abrollen [m/s]	0,6	0,1	0,6	0,1	5,1	ns
Mittlere Geschwindigkeit beim Abrollen [m/s]	0,23	0,0	0,21	0,1	13,3	0,0137
Kontaktfläche [cm ²]	115,3	15,0	111,2	13,7	3,6	ns
Index der lat. u. med. Fläche	0,1	0,01	0,1	0,1	-14,6	ns
Mediale Kontaktfläche [cm ²]	53,8	7,8	51,2	7,9	5,0	ns
Laterale Kontaktfläche [cm ²]	61,5	8,3	60,0	7,2	2,5	ns
Mediales Kraft-Zeit-Integral [N*s]	250,1	70,6	262,5	76,4	-4,8	ns
Laterales Kraft-Zeit-Integral [N*s]	265,3	74,3	269,1	85,4	-1,4	ns
Index der med. u. lat. Kraft	1,0	0,3	1,0	0,3	2,0	ns
Index d. L/M Kraft-Zeit-Integral [N*s]	15,2	88,7	6,5	82,5	79,8	ns
Zehenformel	1,2	0,4	1,6	0,9	-32,7	0,0223

3.3.1 Die Kontaktfläche des Fußes

Bei der Auswertung wurde die Kontaktfläche des gesamten Fußes, anhand einer Maske, in zehn Regionen aufgeteilt. Vergleicht man die Größe der einzelnen Regionen in den beiden Untersuchungsgruppen miteinander, so gibt es signifikante Unterschiede im Bereich der

Kontaktfläche in der Region des dritten bis fünften Metatarsalen und des Hallux. Die Kontaktfläche des gesamten Fußes, der medialen und lateralen Ferse, des lateralen Mittelfußes, des Hallux und der zweiten Zehe war in der Arthrodesegruppe größer als in der Resektionsarthroplastikgruppe (s. Tab. 3.5). Im Bereich des medialen Mittelfußes, des ersten bis fünften Metatarsalen und der dritten bis fünften Zehe war die Kontaktfläche in der Arthrodesegruppe kleiner als bei den Patienten mit einer Resektionsarthroplastik.

Tab. 3.5: *Kontaktflächen [cm²] der beiden Untersuchungsgruppen für den gesamten Fuß und aufgeteilt in die zehn zu analysierenden Regionen*

Kontaktfläche [cm ²]	Arthrodesese	(n=33)	Arthroplastik	(n=25)	Differenz	Signifikanz
	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD	%	p=
• Total	115,2	15,0	111,2	13,7	3,5	ns
• Mediale Ferse	15,8	1,9	15,6	2,2	1,2	ns
• Laterale Ferse	15,1	2,0	14,5	2,3	4,3	ns
• Medialer Mittelfuß	7,0	6,5	7,0	3,8	-0,6	ns
• Lateraler Mittelfuß	21,9	3,9	20,2	4,7	8,2	ns
• 1. Metatarsale	16,5	3,9	16,6	3,9	-0,7	ns
• 2. Metatarsale	10,7	2,2	11,2	2,0	-4,4	ns
• 3.-5. Metatarsale	16,4	3,4	18,7	3,9	-12,8	0,0327
• Hallux	7,8	2,6	4,9	2,7	46,2	0,0001
• 2. Zeh	2,3	1,5	1,8	1,6	23,8	ns
• 3.-5. Zeh	2,4	2,7	3,0	2,3	-24,9	ns

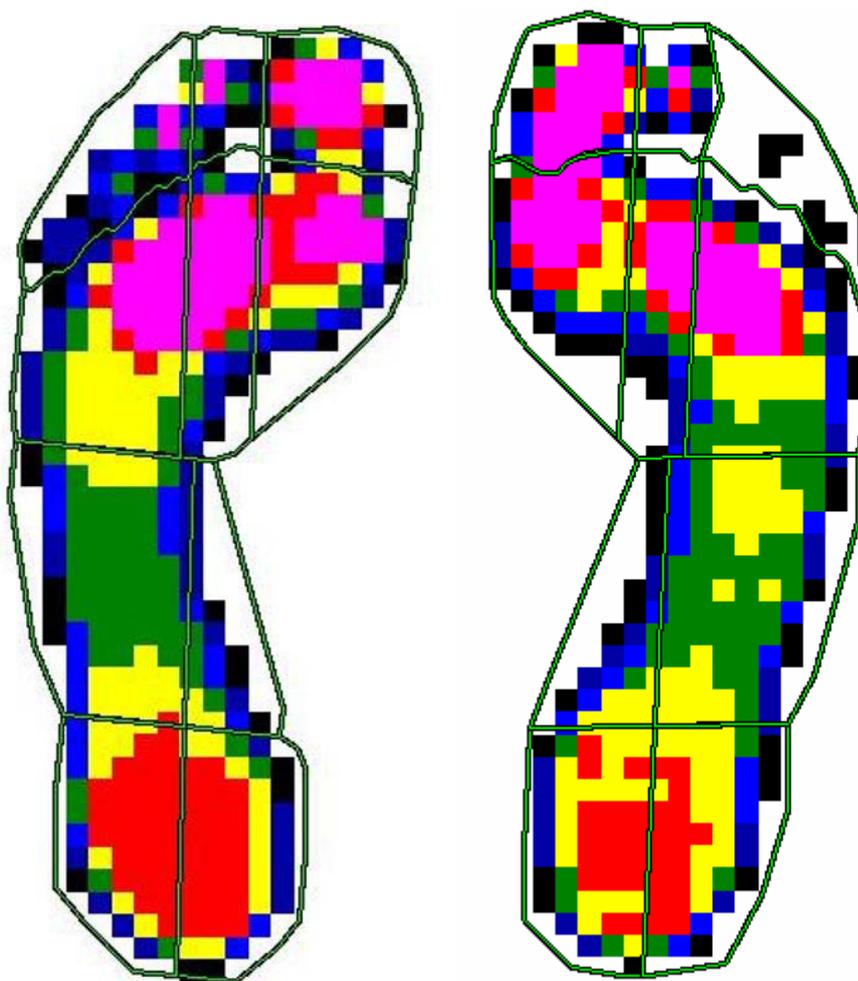


Abb. 3.8: *Pedobarographische Abdrücke einer 53-jährigen Patientin (Nr.3 der vorliegenden Studie). Die Abdrücke sind in die zehn zu analysierenden Regionen aufgeteilt.*



Abb. 3.9: *Entsprechende klinische Situation der 53-jährigen Patientin*

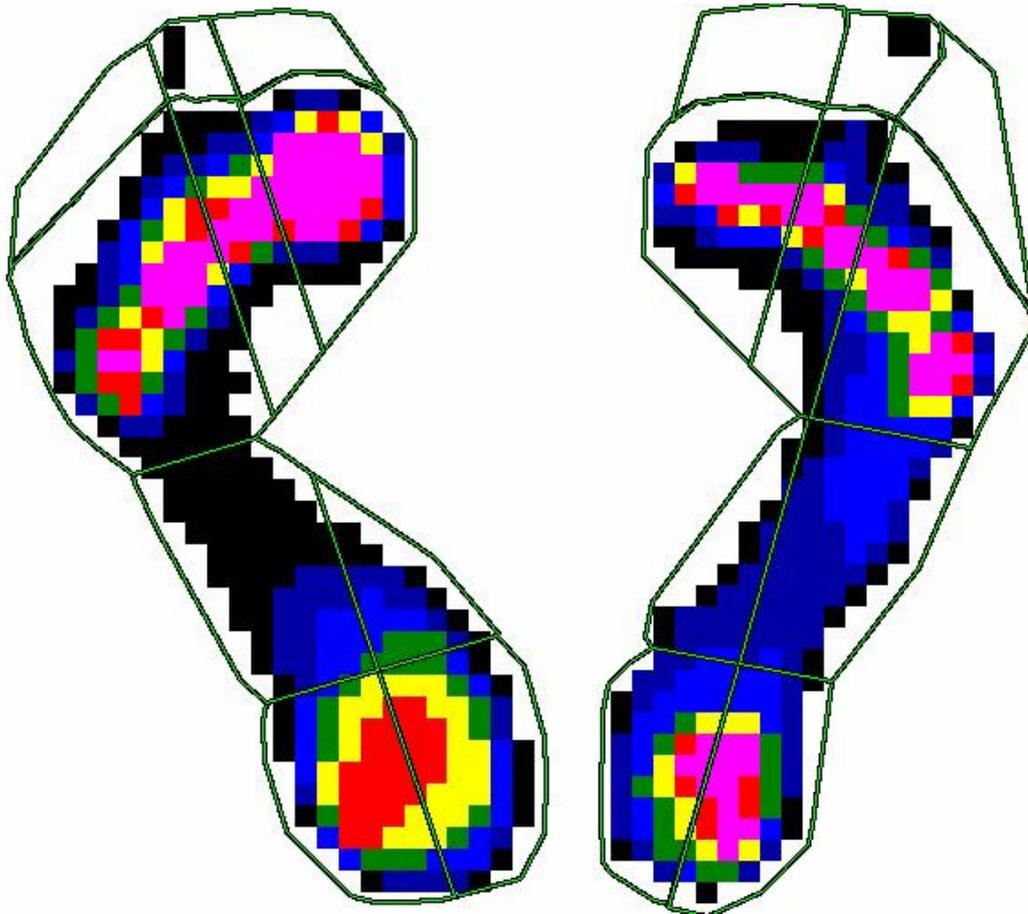


Abb. 3.10: *Pedobarographische Abdrücke eines 64-jährigen Patienten (Nr. 51 der vorliegenden Studie). Die Abdrücke sind in die zehn zu analysierenden Regionen unterteilt.*



Abb. 3.11: *Entsprechende klinische Situation des 64-jährigen Patienten*

3.3.2 Die relative Kontaktzeit des Fußes

Entsprechend der Maske wurde auch hier der prozentuale Anteil an der Gesamtzeit für die einzelnen Regionen bestimmt. Die absolute Kontaktzeit des gesamten Fußes war in der Arthrodesegruppe um 6,0% kürzer als in der Resektionsarthroplastikgruppe. Es zeigten sich signifikante Unterschiede in der Region des lateralen Mittelfußes und des Hallux. In beiden Regionen war die relative Kontaktzeit der Patienten mit einer Arthrodesese signifikant länger als bei den Patienten mit einer Resektionsarthroplastik (s. Tab. 3.6). Weiterhin war die relative Kontaktzeit in den Regionen der dritten bis fünften Metatarsale und des zweiten Zehs in der Arthrodesegruppe länger als in der Resektionsarthroplastikgruppe. In den Regionen der medialen und lateralen Ferse, des medialen Mittelfußes, der ersten und zweiten Metatarsale und des dritten bis fünften Zehs war die relative Kontaktzeit bei Patienten mit einer Arthrodesese gegenüber Patienten mit einer Resektionsarthroplastik verkürzt.

Tab. 3.6: *Kontaktzeiten [ms] für den gesamten Fuß und relative Kontaktzeiten [%] der einzelnen Regionen für die beiden Untersuchungsgruppen*

Kontaktzeit [ms]	Arthrodesese	(n=33)	Arthroplastik	(n=25)	Differenz	Signifikanz
	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD	%	p=
• Total	927,8	176,0	985,2	160,4	-6,0	ns
Rel. Kontaktzeit [%]						
• Mediale Ferse	65,7	15,3	67,8	17,3	-3,1	ns
• Laterale Ferse	65,6	15,2	71,7	26,6	-9,0	ns
• Medialer Mittelfuß	62,8	13,6	63,8	19,2	-1,6	ns
• Lateraler Mittelfuß	84,2	5,6	76,2	20,4	10,0	0,0054
• 1. Metatarsale	83,5	9,0	87,8	7,5	-5,0	ns
• 2. Metatarsale	87,1	5,7	88,0	8,3	-1,1	ns
• 3.-5. Metatarsale	89,9	4,0	88,6	8,5	1,4	ns
• Hallux	53,3	28,5	32,0	24,7	50,0	0,0212
• 2. Zeh	38,1	25,1	27,7	23,6	31,7	ns
• 3.-5. Zeh	34,3	33,0	36,3	33,2	-5,7	ns

3.3.3 Der Spitzendruck

Bei diesem Parameter wird der höchste Druck in den jeweiligen Regionen während des Abrollvorgangs angegeben. Für den gesamten Fuß war der Spitzendruck bei den Patienten mit einer Arthrodesese höher (957,57 kPa) als bei den Patienten mit Resektionsarthroplastik (892,12

kPa) (s. Tab. 3.7). Im Bereich des lateralen Mittelfußes und des Hallux traten signifikant unterschiedliche Drücke auf. In beiden Regionen lagen höhere Druckwerte in der Arthrodesegruppe vor. Der Spitzendruck unter dem lateralen Mittelfuß in der ersten Gruppe war um 30,91% höher als in der Vergleichsgruppe ($p=0,0420$). Im Bereich des Hallux war der Spitzendruck bei den Patienten mit einer Arthrodesese um 79,48% höher als in der Resektionsarthroplastikgruppe ($p=0,0013$). Weiterhin wurden höhere, aber nicht signifikant unterschiedliche Spitzendrücke in der Arthrodesegruppe in den Regionen der medialen und lateralen Ferse, des lateralen Mittelfußes, des dritten, vierten und fünften Metatarsalen und des zweiten Zehs gemessen. Niedrigere, auch nicht signifikant unterschiedliche Spitzendrücke wurden in der Gruppe der Patienten mit einer Arthrodesese in den Regionen des medialen Mittelfußes, des ersten und zweiten Metatarsalen und des dritten, vierten und fünften Zehs gemessen.

Tab 3.7: *Spitzendrücke [kPa] für den gesamten Fuß und die einzelnen zehn Fußregionen*

Spitzendruck [kPa]	Arthrodesese	(n=33)	Arthroplastik	(n=25)	Differenz	Signifikanz
	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD		
• Total	957,6	167,0	892,1	173,5	7,1	ns
• Mediale Ferse	409,2	211,3	323,0	152,8	23,6	ns
• Laterale Ferse	343,8	167,7	269,8	130,9	24,1	ns
• Medialer Mittelfuß	95,1	53,7	105,5	72,4	-10,4	ns
• Lateraler Mittelfuß	259,3	163,9	189,9	141,8	30,9	0,0420
• 1. Metatarsale	717,9	300,2	752,5	245,2	-4,7	ns
• 2. Metatarsale	511,2	300,9	669,4	295,3	-26,8	ns
• 3.-5. Metatarsale	651,9	315,1	578,3	280,2	12,0	ns
• Hallux	428,0	323,2	184,5	204,0	79,5	0,0013
• 2. Zeh	133,4	137,4	109,2	150,9	20,0	ns
• 3.-5. Zeh	87,0	143,4	111,3	158,8	-24,5	ns

3.3.4 Die maximale Kraft

Dieser Parameter gibt die maximale Kraft in der dazugehörigen Fußregion an, die in Newton (N) gemessen wird. Die maximale Kraft für den gesamten Fuß war in der Arthrodesegruppe um 5,88% höher als in der Gruppe der Patienten mit einer Resektionsarthroplastik (s. Tab. 3.8). Signifikante Unterschiede wiesen die maximale Kraft in den Regionen der zweiten Metatarsalen und des Hallux auf. Im Bereich der zweiten Metatarsalen war die maximale

Kraft bei Patienten mit einer Arthrodesese im Durchschnitt um 22,14% kleiner als bei Patienten mit einer Resektionsarthroplastik ($p=0,0436$). Im Bereich des Hallux kehrte sich dieses Verhältnis um. Die maximale Kraft im Bereich des Hallux bei einer Arthrodesese war signifikant höher als bei einer Resektionsarthroplastik. Höhere Kräfte traten bei Patienten mit einer Arthrodesese in den Bereichen der medialen Ferse, der lateralen Ferse, des medialen Mittelfußes, des lateralen Mittelfußes, der ersten, dritten, vierten und fünften Metatarsalen, des Hallux und des zweiten Zehs auf, wohingegen niedrigere Kräfte im Vergleich zu den Patienten mit einer Resektionsarthroplastik in den Regionen der zweiten Metatarsale und des dritten, vierten und fünften Zehs auftraten.

Tab. 3.8: *Maximale Kraft [N] für den gesamten Fuß und die jeweiligen zehn Regionen*

Maximale Kraft [N]	Arthrodesese	(n=33)	Arthroplastik	(n=25)	Differenz	Signifikanz
	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD		
• Total	782,6	162,9	737,9	152,4	5,9	ns
• Mediale Ferse	231,4	68,2	204,2	55,6	12,5	ns
• Laterale Ferse	185,2	63,2	172,6	55,8	7,1	ns
• Medialer Mittelfuß	30,1	37,0	29,3	26,5	2,7	ns
• Lateraler Mittelfuß	161,6	69,4	137,8	76,5	15,9	ns
• 1. Metatarsale	247,1	97,0	242,7	90,8	1,8	ns
• 2. Metatarsale	131,4	64,1	164,1	61,1	-22,1	0,0436
• 3.-5. Metatarsale	240,2	100,5	219,3	87,1	9,1	ns
• Hallux	97,9	76,1	29,4	23,8	107,7	<0,0001
• 2. Zeh	12,5	13,7	12,4	16,9	0,8	ns
• 3.-5. Zeh	10,8	16,9	11,6	14,5	-7,1	ns

3.3.5 Das Kraft-Zeit-Integral

Das Kraft-Zeit-Integral oder der Impuls trifft eine Aussage über die Dauer und Höhe der Belastung in einer betreffenden Region. In der Arthrodesese Gruppe war das Kraft-Zeit-Integral des gesamten Fußes um 2,46% kleiner als in der Resektionsarthroplastik Gruppe (s. Tab. 3.9). In der Region der zweiten Metatarsale und des Hallux waren signifikante Unterschiede festzustellen. Das Kraft-Zeit-Integral war bei den Patienten mit einer Arthrodesese in der Region der zweiten Metatarsalen um 30,75% kleiner als in der Resektionsarthroplastik Gruppe ($p=0,0153$). Dem gegenüber war der Impuls in der Region des Hallux in der Arthrodesese Gruppe deutlich größer, um 86,9%, als bei den Patienten mit einer

Resektionsarthroplastik ($p=0,0025$). In der Arthrodesegruppe war das Kraft-Zeit-Integral im Bereich der medialen Ferse, des lateralen Mittelfußes und des Hallux höher als in der Resektionsarthroplastikgruppe. In den Regionen der lateralen Ferse, des medialen Mittelfußes, der ersten bis fünften Metatarsale und der Zehen II–V war der Impuls in der Arthrodesegruppe niedriger als bei den Patienten mit einer Resektionsarthroplastik.

Tab. 3.9: Kraft-Zeit-Integral [N*s] für den gesamten Fuß und für die jeweiligen zehn Regionen

Kraft-Zeit-Integral [Ns]	Arthrodesese	(n=33)	Arthroplastik	(n=25)	Differenz	Signifikanz
	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD	%	p=
• Total	518,5	123,6	531,5	139,7	-2,5	ns
• Mediale Ferse	78,7	44,5	77,9	39,7	1,0	ns
• Laterale Ferse	62,2	32,0	66,4	35,0	-6,5	ns
• Medialer Mittelfuß	10,2	14,1	13,7	18,5	-28,7	ns
• Lateraler Mittelfuß	67,5	31,9	65,7	51,9	2,8	ns
• 1. Metatarsale	112,5	53,2	114,0	46,6	-1,3	ns
• 2. Metatarsale	57,5	33,6	78,4	37,3	-30,8	0,0153
• 3.-5. Metatarsale	110,1	48,2	112,5	53,6	-2,1	ns
• Hallux	17,0	16,0	6,7	10,0	86,9	0,0025
• 2. Zeh	2,2	2,6	3,0	6,7	-29,1	ns
• 3.-5. Zeh	2,4	4,3	2,5	4,8	-7,0	ns

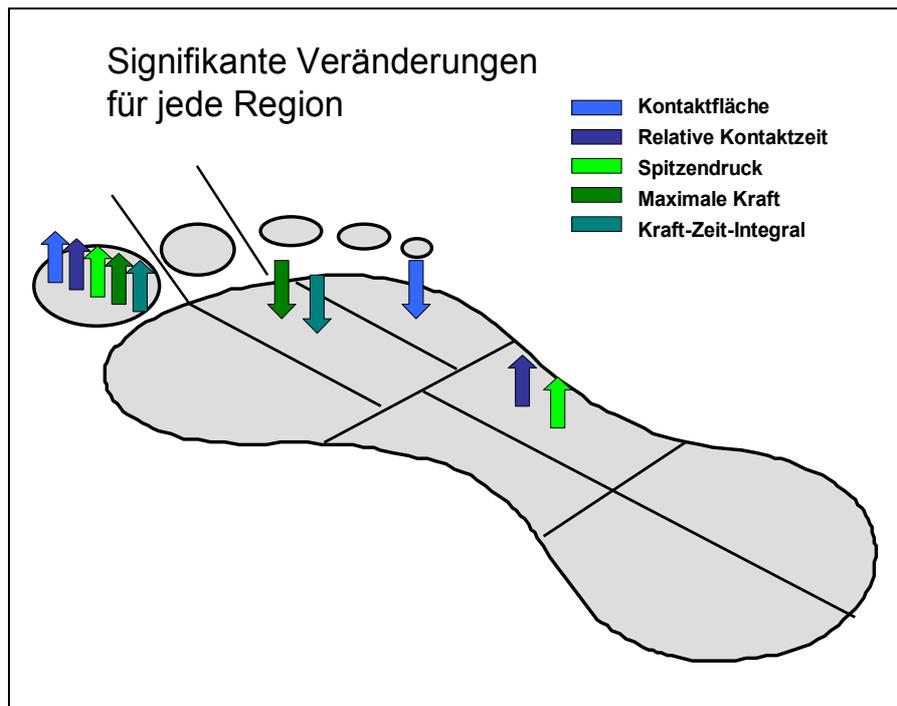


Abb. 3.12: Übersicht über die signifikanten Veränderungen der Kontaktfläche, der relativen Kontaktzeit, des Spitzendrucks, der maximalen Kraft und des Kraft-Zeit-Integrals für die jeweiligen zehn Regionen (↑ Druckzunahme bzw. ↓ Druckabnahme im Vergleich Arthrodeese zur Resektionsarthroplastik)

3.3.6 Die geometrischen Fußparameter

Die geometrischen Fußparameter wurden anhand des Fußabdrucks berechnet (s. Tab. 3.10). Die Fußlänge der operierten Füße mit einer Arthrodeese war signifikant länger als die operierten Füße der Patienten mit einer Resektionsarthroplastik ($p=0,0002$). Weitere signifikante Unterschiede ergaben sich für den langen plantaren Winkel ($p=0,0461$) und damit folglich auch für den lateralen ($p=0,0479$) und medialen ($p=0,0479$) plantaren Winkel. Diese Winkel waren bei den Patienten mit einer Arthrodeese kleiner als bei denen mit einer Resektionsarthroplastik. Der Hallux-valgus-Winkel war bei den Patienten mit einer Arthrodeese kleiner als bei den Patienten mit einer Resektionsarthroplastik ($p=0,0028$). Das Gleiche gilt für den Spreizkoeffizient mit einem p-Wert von $p=0,0014$.

Tab. 3.10: *Geometrische Fußparameter*

Geometrische Fußparameter	Arthrodeese (n=33)		Arthroplastik (n=25)		Differenz %	Signifikanz p=
	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD		
Fußlänge [cm]	23,9	1,1	22,4	1,8	6,8	0,0002
Vorfußbreite [cm]	9,4	0,6	9,4	0,6	0,3	ns
Fersbreite [cm]	5,5	0,4	5,3	0,5	3,2	ns
Long plantar angle [°]	14,1	3,4	15,8	2,6	-11,4	0,0461
Lateral plantar angle [°]	7,1	1,7	7,9	1,3	-11,4	0,0479
Medial plantar angle [°]	7,1	1,7	7,9	1,3	-11,4	0,0479
Vorfußwinkel [°]	120,2	2,9	118,5	4,7	1,4	ns
Fersenwinkel [°]	5,7	1,8	5,4	1,3	6,0	ns
Sub arch angle [°]	107,2	7,5	110,9	15,0	-3,4	ns
Hallux angle [°]	13,2	6,2	22,2	10,5	-50,7	0,0028
Foot Progression Angle [°]	7,6	4,7	9,9	5,0	-26,8	ns
Spreizkoeffizient	0,4	0,0	0,4	0,0	-7,3	0,0014
Vorfuß/Fersen Winkel	0,6	0,0	0,6	0,1	2,4	ns
Vorfußkoeffizient	1,1	0,0	1,1	0,0	0,1	ns
Bogenwinkel [Weite/Länge]	0,3	0,0	0,23	0,0	3,4	ns

3.4 Auswertung der Scores

3.4.1 Der Mielke Score

Der speziell für die Vorfußkorrektur entwickelte *Mielke Score* bewertet das Ergebnis der Operation. Je höher die Gesamtpunktzahl, desto besser das Ergebnis. Maximal konnten 16 Punkte erreicht werden. Die Bewertung enthält vier verschiedene Ebenen, ein „sehr gut“, „gut“, „ausreichend“ und „schlecht“ waren möglich. In Abb. 3.13 sind die prozentualen Verteilungen in einem Kreisdiagramm dargestellt.

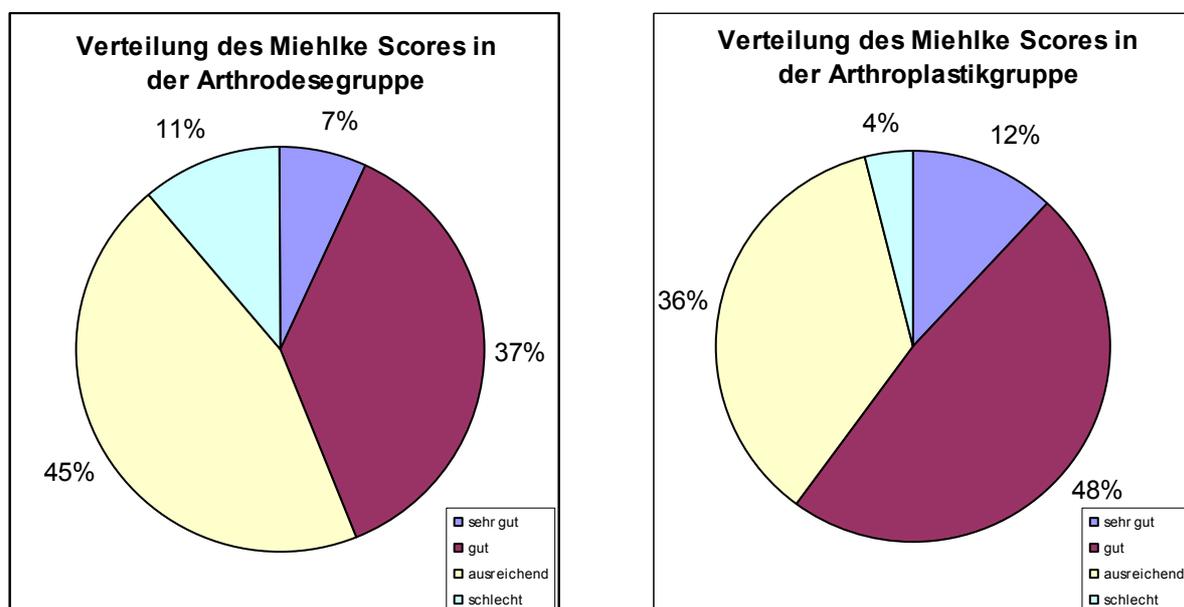


Abb. 3.13: prozentuale Verteilung des Mielke Scores (linke Seite: Arthrodesegruppe; rechte Seite: Resektionsarthroplastikgruppe)

Bisher wurden die Ergebnisse des *Mielke Scores* nur in ihrer Gesamtheit dargestellt. Da die einzelnen Parameter und ihre individuelle Punkteverteilung wichtige Informationen für die Therapie beinhalten, wird im Folgenden die einzelne Punktverteilung dargestellt.

Tab. 3.11: *Miehlke Score für beide Untersuchungsgruppen mit der Anzahl der Patienten für die einzelnen Parameter und dem entsprechenden Durchschnittswert pro Parameter*

Miehlke Score	Punkte	Arthrodeese (n=28)	Arthroplastik (n=25)	Gesamt
Schmerz				
• kein	5	1	2	3
• leicht/gelegentlich	4	10	5	15
• nach längerer Gehstrecke	3	2	8	10
• nach mittlerer Gehstrecke	2	9	7	16
• bei jedem Schritt	1	4	2	6
• Dauerschmerzen	0	2	1	3
Gesamt		73	70	143
Durchschnittliche Punktzahl		2,6	2,8	2,7
Gehfähigkeit				
• uneingeschränkt	3	3	1	4
• leicht eingeschränkt	2	16	17	33
• stark eingeschränkt	1	8	6	14
• sehr stark eingeschränkt	0	1	1	2
Gesamt		49	43	92
Durchschnittliche Punktzahl		1,8	1,7	1,7
Schuhwahl				
• beliebiges Schuhwerk	2	2	1	3
• eingeschränkte Schuhwahl	1	18	18	36
• Maßschuhe	0	8	6	14
Gesamt		22	20	42
Durchschnittliche Punktzahl		0,8	0,8	0,8
Gehhilfen				
1. keine	2	25	23	48
2. einseitig	1	2	2	4
3. beidseitig	0	1	0	1
Gesamt		52	46	100
Durchschnittliche Punktzahl		1,9	1,9	1,9
Fußform				
4. einwandfrei	2	4	2	6
5. mit leichten Mängeln	1	20	18	38
6. unbefriedigend	0	4	5	9
Gesamt		28	22	50
Durchschnittliche Punktzahl		1,0	0,9	0,9
Zehenstand				
7. möglich	1	0	16	16
8. unmöglich	0	28	9	37
Gesamt		0	16	16
Durchschnittliche Punktzahl		0	0,6	0,3
Komplikationen				
9. keine/unerheblich	1	20	21	41
10. schwerwiegend	0	8	4	12
Gesamt		20	21	41
Durchschnittliche Punktzahl		0,7	0,8	0,8

Tabelle 3.11 zeigt die Einzelergebnisse des *Miehlke Scores* nach Parametern aufgeschlüsselt. Vergleicht man nun die durchschnittlichen Punktzahlen, so werden Einzelunterschiede deutlich, d.h. die Patienten mit einer Arthrodeese hatten gegenüber den Patienten mit einer Resektionsarthroplastik mehr Schmerzen, der Zehenstand war nicht möglich und es wurden mehr Komplikationen verzeichnet. Allerdings wurden in dieser Patientengruppe die Gehfähigkeit und die Fußform besser beurteilt. Im weiteren Vergleich der anderen Parameter waren keine Unterschiede festzustellen. Es handelt sich um die Auswertung des modifizierten *Miehlke Scores*. Da aber aufgrund der Arthrodeeseoperation kein Zehenstand möglich ist, wird im Folgenden die Auswertung dargestellt, ohne diesen zu berücksichtigen (s. Abb. 3.14).

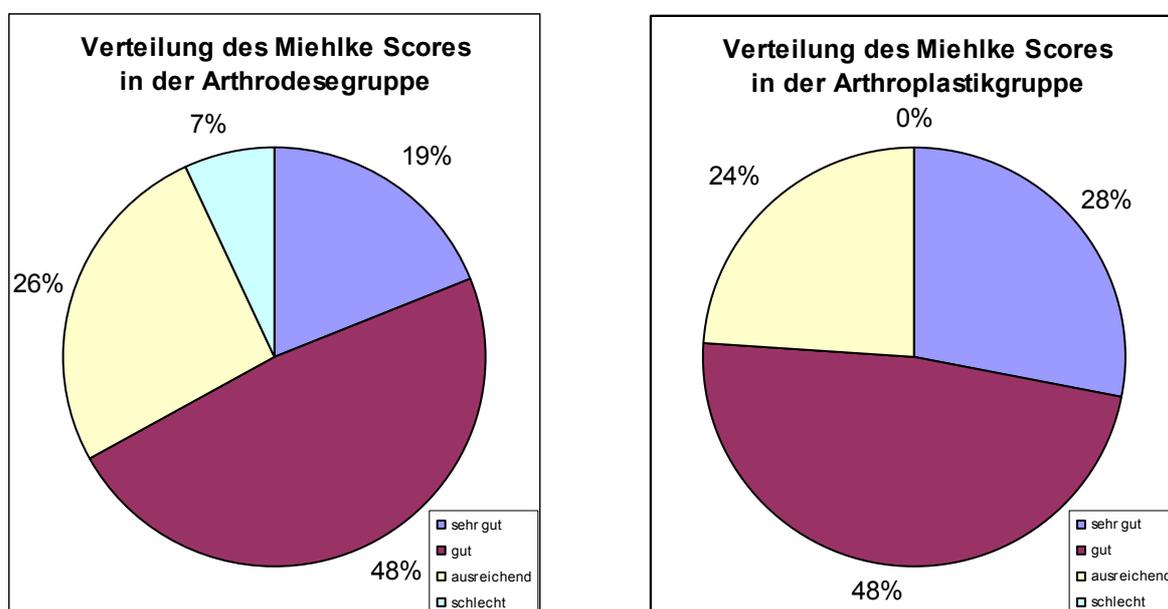


Abb. 3.14: *prozentuale Verteilung des Miehlke Scores ohne den Zehenstand (linke Seite: Arthrodeesegruppe; rechte Seite: Resektionsarthroplastikgruppe)*

3.4.2 Der Foot Function Index (FFI)

Dieser Index beschäftigt sich mit der fußspezifischen Beeinträchtigung anhand der Fragen zu den Themengebieten Schmerz (neun Fragen), Behinderung (neun Fragen) und Aktivitätsbeeinträchtigungen (fünf Fragen). Je höher der Endwert ist, desto schlechter ist der Zustand des Patienten. Im Vergleich der beiden Untersuchungsgruppen war die Patientengruppe mit einer Arthrodeese (32,53 Punkte) stärker durch die Erkrankung beeinträchtigt als die Patienten mit einer Resektionsarthroplastik (29,54 Punkte). Der Unterschied ist nicht signifikant.

3.4.3 Das Health Assessment Questionnaire (HAQ)

Anhand dieses Fragebogens wird die funktionale Beeinträchtigung der Patienten bewertet. Für weniger gute Fähigkeiten bei den alltäglichen Dingen, wie Ankleiden, Aufstehen, Gehen, Hygiene, Greifen und Öffnen, werden hohe Punkte verteilt, sodass ein hohes Score für eine starke funktionale Beeinträchtigung steht. Auch bei dieser Bewertung schlossen die Patienten mit einer Arthrodeese (1,04 Punkte) schlechter ab als die Patienten mit einer Resektionsarthroplastik (0,85 Punkte). Der Unterschied ist nicht signifikant.

3.4.4 Der Rheumatoid Arthritis Disease Activity Index (RADAI)

Durch diesen Index wird die Aktivität der Erkrankung zum Zeitpunkt der Untersuchung ermittelt. Ein höherer Punktwert steht für eine erhöhte Aktivität der Erkrankung. In diesem Fall hatten die Patienten mit einer Arthrodeese (3,18 Punkte) eine niedrigere Aktivität der Erkrankung zum Zeitpunkt der Untersuchung als die Patienten mit einer Resektionsarthroplastik (3,61 Punkte). Der Unterschied ist nicht signifikant.

3.5 Korrelationsanalysen

Korrelationen der einzelnen Parameter untereinander werden mit Hilfe eines Korrelationskoeffizienten r angegeben. Für den hier vorliegenden Stichprobenumfang ergibt sich eine signifikante Abhängigkeit zweier Parameter, wenn $r > 0,2732$ ist ($p < 0,05$). Es bestanden Korrelationen zwischen den antropometrischen und klinischen sowie den Ergebnissen der Scores.

Tab. 3.12: *Korrelationen zwischen antropometrischen und klinischen sowie den Scoreergebnissen*

Mit den Scores korrelierende Parameter	Schmerz Korrelations- Koeffizient r	$p=$	Morgensteifigkeit Korrelations- Koeffizient r	$p=$
Foot Funktion Index	0,462	0,0014	0,351	0,0145
Health Assessment Questionnaire	0,421	0,0040	0,248	ns
Rheumatoid Arthritis Disease Activity Index	0,244	ns	0,565	<0,0001

Weiterhin bestand auch eine Abhängigkeit zwischen dem Spitzendruck für die Großzehe und der Zehenlänge sowie dem Phalanxbodenwinkel. Je länger die Großzehenlänge, desto größer war der Spitzendruck ($p=0,0379$). Mit einem Korrelationskoeffizienten von $r=0,301$ ergibt

sich ein signifikanter Unterschied. Bezüglich des Phalanxbodenwinkels ergibt sich, dass bei einem nach plantar gerichteten Winkel der Spitzendruck am größten war. Je größer der nach dorsal gemessene Winkel, desto geringer der Spitzendruck unter der Großzehe. Angegeben mit einem Korrelationskoeffizienten von $r=0,558$, entspricht dieser einem Signifikanzniveau von $p=0,0069$. Hohe Korrelationen bestanden, wie auch zu erwarten war, zwischen den einzelnen Scoreergebnissen. Es handelte sich um höchst signifikante Zusammenhänge ($p<0,0001$).

Tab. 3.13: *Korrelationen der Scores untereinander*

Mit den Scores korrelierende Parameter	FFI	HAQ	RADAI
	r=	r=	r=
Foot Funktion Index (FFI)		0,675	0,593
Health Assessment Questionnaire (HAQ)	0,675		0,593
Rheumatoid Arthritis Disease Activity Index (RADAI)	0,593	0,593	

4 Diskussion

Im Folgenden werden die Ergebnisse kurz analog zu den konkreten Fragestellungen zusammengefasst.

1. Die Patienten mit einer Arthrodesese zeigen ein besseres funktionelles Ergebnis als die Patienten mit einer Resektionsarthroplastik, da sie den Abrollvorgang des Fußes mit der Großzehe beenden.
2. Die Patientenzufriedenheit in der Arthrodesese Gruppe war geringer als die Zufriedenheit bei den Resektionsarthroplastikpatienten.
3. Mögliche Komplikationen bei einer Arthrodesese können eine fehlende knöchernen Fusion, eine Folgeoperation aufgrund störender Metallteile und ein neues Körpergefühl, aufgrund der Versteifung des Gelenks.
4. Röntgenologisch war kein signifikanter Unterschied zwischen den Hallux-valgus-Winkeln der Probanden in den Untersuchungsgruppen zu messen. Aber Patienten mit einer Resektionsarthroplastik wiesen signifikant häufiger Exostosen auf.

Die Patienten mit einer Arthrodesese waren signifikant jünger als die Patienten mit einer Resektionsarthroplastik. Überraschenderweise waren jedoch bei den jüngeren Patienten die Aktivität der Erkrankung und der Allgemeinzustand, erfasst durch die verschiedenen Scores, schlechter als bei den älteren Patienten. Die mittlere Geschwindigkeit beim Abrollvorgang war jedoch bei den jüngeren Patienten signifikant höher. Bei der pedobarographischen Untersuchung wurden signifikante Unterschiede in verschiedenen Regionen des Fußes gemessen. Der Hauptunterschied war im Bereich des Hallux festzustellen. In dieser Region nahmen beim Abrollvorgang des Fußes die Parameter der Kontaktfläche, der relativen Kontaktzeit, des Spitzendrucks, der maximalen Kraft und des Kraft-Zeit-Integrals der Arthrodesese Gruppe im Vergleich zur Resektionsarthroplastikgruppe signifikant zu. Röntgenologisch war kein signifikanter Unterschied zwischen den Hallux-valgus-Winkeln der Probanden in den Untersuchungsgruppen zu erkennen. Bei der geometrischen Auswertung der pedobarographischen Abdrücke wurde ein signifikanter Unterschied dieses Parameters zwischen den beiden Gruppen gezeigt. Abschließend ist festzustellen, dass die untersuchten Patienten mit einer Arthrodesese eine bessere, wenn auch keine normale Fußfunktion erreichten. Außerdem ist anzumerken, dass in dieser Studie mit einer Arthrodesese nicht die gleiche Patientenzufriedenheit wie mit einer Resektionsarthroplastik zu erzielen ist. Es ist nicht eindeutig geklärt, ob durch die Arthrodesese eine erhöhte IP-Gelenkbelastung auftritt.

Die Ergebnisse der in dieser Arbeit untersuchten Patientengruppen mit einer rheumatischen Vorfußdeformität werden im Folgenden mit den Ergebnissen anderer Studien verglichen. Dabei werden sowohl Studien berücksichtigt, welche ebenfalls eine Arthrodesse oder Resektionsarthroplastik nach Tillmann zur Vorfußkorrektur einsetzten, als auch Studien, die andere Operationsverfahren einsetzten.

Die Resektionsarthroplastik gilt als „*golden standard*“ [28] in der Versorgung der rheumatischen Vorfußdeformität. Dennoch ist in der Literatur nicht eindeutig geklärt, ob die Resektion immer die beste Therapieoption bei der Korrektur der rheumatischen Vorfußdeformität ist. Häufig zeigten sich funktionelle Mängel, die nach Grob und Geschwend einer funktionellen Vorfußamputation entsprechen [35]. Die anfänglich hohe Patientenzufriedenheit wird durch ein Rezidiv, vor allem der Hallux-valgus-Deformität, reduziert. Nicht selten ist dies der Grund für eine Folgeoperation.

In den zu diesem Thema veröffentlichten Studien werden häufig entweder subjektive oder objektive Parameter zur Auswertung berücksichtigt. Ein wichtiges Anliegen dieser Studie war es subjektive Patientenangaben und objektive klinische, radiologische und pedobarographische Parameter zu untersuchen und eventuelle Korrelationen aufzuzeigen. Insbesondere wurde der modifizierte *Miehlke Score* [30, 74] aufgenommen, der sich in der Vergangenheit als Score zur Beurteilung von Vorfußoperationen als gut geeignet erwiesen hatte [74].

Besonderer Wert wurde in dieser Arbeit außerdem auf die Analyse der Druckverteilungsmessung gelegt. Entsprechende Studien wurden zum Vergleich herangezogen, um nach Gemeinsamkeiten und Unterschieden zu suchen und mit Hilfe dieser Arbeiten die beiden Operationsmethoden zu vergleichen und zu beurteilen.

4.1 Subjektive Patientenzufriedenheit

Zur Beantwortung der zentralen Frage nach der Patientenzufriedenheit wurde in der vorliegenden Arbeit der modifizierte *Miehlke Score* herangezogen. Mit Hilfe des Scores konnte festgestellt werden, dass die Zufriedenheit bei den Patienten mit einer Arthrodesse geringer war als bei den Patienten mit einer Arthroplastik. Bei Betrachtung der Daten sollten die bei diesem Score mit einfließenden objektiven Parameter im Bewusstsein sein. Berücksichtigt man den Zehenstand bei der Auswertung, so erzielte die Arthrodessegruppe im Vergleich zur Resektionsarthroplastikgruppe ein schlechteres Ergebnis. Da aber aufgrund der Arthrodesse in dieser Gruppe kein Zehenstand mehr möglich ist, ist ein Vergleich der Ergebnisse ohne diesen Parameter sinnvoll. Es zeigt sich, dass die Arthrodessegruppe auch

nach Elimination dieses Parameters nicht besser abschneidet. Fasst man die sehr guten und guten Ergebnisse zusammen, so erhält man in der Patientengruppe mit einer Arthrodeese zu 67% ein zufrieden stellendes Resultat im Vergleich zu 76% in der Resektionsarthroplastikgruppe.

Mann und Schakel [67] untersuchten Patienten mit rheumatoider Arthritis, die eine Arthrodeese am Großzehengrundgelenk bekamen, und dokumentierten zu 90% ein exzellentes oder gutes funktionelles Ergebnis. Wülker [134] berichtete von 80% guten und exzellenten Resultaten nach einer Arthrodeese. Smith et al. [100] erzielten eine erfolgreiche Arthrodeserate von 97% bezüglich der Patientenzufriedenheit. Verglichen mit den in der Literatur beschriebenen Ergebnissen, sind die vorliegenden Ergebnisse schlechter. Dies ist möglicherweise zum einen durch die Anwendung des modifizierten *Miehlke Score* bedingt, zum anderen wurde in den erwähnten Studien zum Teil

nur das funktionelle Ergebnis beurteilt. Dennoch ist insgesamt eine Patientenzufriedenheit von durchschnittlich mehr als 55% in der Arthrodesegruppe festzustellen.

Ein besseres Resultat erzielte die Gruppe mit einer Resektionsarthroplastik mit 68% sehr guten und guten Ergebnissen. Karbowski et al. [56] geben eine Patientenzufriedenheit von 92,7% nach 12 Jahren bei einer Resektion mit der Mayo-Technik an. Jüsten et al. [55] dokumentieren eine 87,5%ige Zufriedenheit mit der gleichen Technik nach 11 Jahren. Erfolgsraten von 80% bis 90% wurde von Richardson angegeben [88]. 77% exzellente und gute Resultate wurden von Bitzan et al. [9] beschrieben. Insgesamt zeichnen sich die Verfahren bei den hier erwähnten Veröffentlichungen durch eine hohe Patientenzufriedenheit aus, die sich auch in der Patientengruppe der vorliegenden Studie wieder findet.

Da hier der modifizierte *Miehlke Score* zugrunde gelegt wurde, sind einzelne Aspekte von Interesse, durch die die Zufriedenheit bestimmt wurde, wie vor allem der Schmerz, die Gehfähigkeit und die Beurteilung des kosmetischen Ergebnisses. Diese Parameter wurden mit Hilfe des Scores erfasst Die Schmerzreduktion war in der Arthrodesegruppe schlechter als in der Resektionsarthroplastikgruppe.

In anderen Studien wurden bessere Ergebnisse nach einer operativen Vorfußkorrektur mit Arthrodeese des Großzehengrundgelenks erzielt; wie in der Studie von Mann und Thompson [68], bei denen 14 von 18 Füßen ein exzellentes Ergebnis nach einer Arthrodeese zeigten, zwei gute, zwei befriedigende und kein schlechtes Ergebnis. In einem Nachuntersuchungszeitraum von 4,1 Jahren war bei einem Patienten eine schmerzlose, aber funktionell befriedigende Pseudarthrose zu verzeichnen. Mann und Schakel [67] fanden bei Patienten mit Arthrodeese bei 99% der Patienten eine signifikante langjährige Verbesserung mit Berücksichtigung des

Schuhwerks, der Schmerzen und der Fähigkeit zu stehen und zu gehen. Auch Studien, die sich mit einer Resektionsarthroplastik befassten, zeigten mehr gute und sehr gute Ergebnisse als diese Studie. Jüsten et al. [55] berichten in ihrer Studie, in der 183 Füße nach 5,6 Jahren nachuntersucht wurden, in 90,2% der Fälle von einer Verbesserung der postoperativen Beschwerden. Ein entscheidendes Kriterium für den Erfolg der Operation war die deutliche Schmerzreduktion mit einer erheblich verbesserten Gehfähigkeit. Allerdings beruhen die guten Langzeitergebnisse der Mittelfußkopfresektion meist auf subjektiven Kriterien [55] und dokumentieren einen hohen Grad an Schmerzreduktion und Zufriedenheit [28].

Bezüglich der Gehfähigkeit schneidet die Arthrodeese in dieser Studie nicht signifikant besser ab als die Arthroplastik. Mit 77,8% und 72% uneingeschränkter bzw. leicht eingeschränkter Gehfähigkeit ist eine deutliche Verbesserung der postoperativen Situation gekennzeichnet.

Bezüglich der ästhetischen Komponente schneidet die Arthrodeese nicht signifikant besser ab als die Resektionsarthroplastik.

Da die Beweglichkeit des Großzehengrundgelenks bei einer Arthrodeese nicht mehr vorhanden ist und der Patient die Erfahrung machen muss, dass sein Körper nicht mehr wie vorher „funktioniert“, sollte der Patient vor der Operation davon in Kenntnis gesetzt werden. Gerade die Auswirkungen einer Arthrodeese müssen mit dem Patienten präoperativ genau besprochen werden, um spätere Enttäuschungen über die verlorene Gelenkbeweglichkeit zu vermeiden [38].

Im Vergleich zu Nachuntersuchungen an Patientengruppen, die mit einem anderen Operationsverfahren behandelt wurden, lassen sich deutliche Unterschiede feststellen. Thomas et al. [105] untersuchten eine Gruppe von 20 Patienten nach 5,5 Jahren, die eine Resektionsarthroplastik mit einem dorsalen Zugang bekamen. Sechs Wochen postoperativ war ein zufrieden stellendes bis exzellentes Ergebnis festzustellen. Allerdings hatten nach 5,5 Jahren 60% der Patienten Probleme mit der Balance. Gleichfalls Probleme beim Ausbalancieren im Stand durch mangelnden Bodenkontakt und eine fehlende Kraftentwicklung der Großzehe zeigten Fuhrmann et al. [29] nach einer Resektionsarthroplastik nach Keller-Brandes. Nach Ansicht von Hämäläinen et al. [40] sollte diese, aufgrund der deutlich schlechteren Ergebnisse, nicht mehr eingesetzt werden. Bei einer Langzeituntersuchung nach 5,2 Jahren dokumentierten van der Heijden et al. [118] bei Abwesenheit von Schmerzen 28 unzufriedene von 41 Patienten. Dies entspricht mehr als zwei Dritteln. Die Patienten erhielten eine Vorfußarthroplastik nach Kates, d.h. durch einen plantaren Zugang erfolgt die Resektion des Mittelfußköpfchens bei gleichzeitiger Schwielenexzision.

Im Vergleich der verschiedenen Methoden der Resektionsarthroplastiken wird ersichtlich, dass die Resektionsarthroplastik nach Hueter/Mayo, ebenso wie die Arthrodesse des Großzehengrundgelenks kombiniert mit einer Resektionsarthroplastik der restlichen Zehengelenke nach Tillmann gute Resultate zeigt.

4.2 Klinische Untersuchung

Das Durchschnittsalter der Patientengruppen war signifikant unterschiedlich. Die Patienten, die am Großzehengrundgelenk eine Arthrodesse erhielten, waren um ca. zehn Jahre jünger als die Patienten, die eine Resektionsarthroplastik an allen Zehengrundgelenken bekamen. Allerdings ergab der FFI, dass die Patienten mit einer Arthrodesse nach der Operation bezüglich Schmerzen, Behinderungen und Aktivitätseinschränkungen stärker betroffen waren als die Patienten mit einer Resektionsarthroplastik. Ein ähnliches Ergebnis zeigt der postoperativ ermittelte HAQ, denn die Beeinträchtigung der Funktionalität war bei den Arthrodesepatienten gegenüber den Resektionspatienten stärker ausgeprägt. Allerdings war die Aktivität der Erkrankung am Untersuchungstag bei den Patienten mit einer Arthrodesse geringer, was anhand des RADAI ermittelt wurde. Das niedrigere Durchschnittsalter bei den Patienten und die schwerer wiegende Erkrankung sind nicht überraschend, da eine Arthrodesse für jüngere und aktivere Patienten [24, 135] indiziert wurde. Gerade jüngere Patienten werden im Verlauf der Erkrankung mit zunehmender Zerstörung der Gelenke und damit stärker ausgeprägten Deformitäten konfrontiert.

Im weiteren Vergleich der Daten fiel auf, dass die Patienten mit einer Arthrodesse einen höheren Gehschmerz und eine geringere Gehfähigkeit angaben. Diese Unterschiede waren nicht signifikant. Die Patienten ermüdeten schneller und die Gehzeit verkürzte sich. Die Arthrodesepatienten schnitten bezüglich der Fragebögen schlechter ab als die Patienten mit einer Resektionsarthroplastik, was auf einen schlechteren Aktivitätszustand schließen lässt und welches eine Erklärung für die verminderte Leistungsfähigkeit der Arthrodesepatienten sein könnte.

Weitere signifikante Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen traten beim Fußspreizkoeffizient und der Fußlänge auf. Der Spreizkoeffizient errechnet sich aus der Vorfußweite geteilt durch die Fußlänge. Patienten, die mit einer Arthrodesse versorgt wurden, haben einen signifikant kleineren Spreizkoeffizienten als Patienten mit einer Resektionsarthroplastik. Durch die Resektion kommt es bei einer Resektionsarthroplastik zu einer Fußverkürzung. Deshalb ist nicht verwunderlich, dass die Patienten mit einer Arthrodesse signifikant längere Füße und damit einen kleineren Spreizkoeffizienten hatten.

4.3 Komplikationen

In dem untersuchten Patientenkollektiv lag die durchschnittliche Komplikationsrate in der Patientengruppe mit einer Arthrodeese bei 24,2% und in der Resektionsarthroplastikgruppe bei 16%. Zu den Komplikationen in der Arthrodeese Gruppe zählt eine Pseudarthrose bei einem Patienten, der ein starker Raucher war, sowie in zwei Fällen notwendiger Folgeoperationen, in denen eine Metallentfernung stattfand. In der Resektionsarthroplastikgruppe traten als Komplikationen bei einer Patientin fortbestehende Schmerzen auf. In beiden Untersuchungsgruppen beklagten sich viele Patienten über das kosmetische Ergebnis, v. a. die Fußform.

- Pseudarthrosen:

Pseudarthrosen treten bei Patienten, die stark rauchen, häufiger auf. Der betroffene Patient in der vorliegenden Studie war auch Raucher und gab keine Beschwerden aufgrund der Komplikation an. Auch andere Autoren berichten von einer erhöhten Wahrscheinlichkeit, dass sich Pseudarthrosen bei Rauchern entwickeln.

Mann und Thompson [68] untersuchten nach 4,1 Jahren 18 Füße, die eine Arthrodeese des Großzehengrundgelenks erhalten hatten. Sie fanden eine schmerzlose fibröse Pseudarthrose [68]. Ob dieser Patient auch Raucher war wird nicht erwähnt, es wird aber eine Fusionsrate von 94% angegeben [68].

In einer Studie von Gröndal et al. [37] wurden 22 Patienten nachuntersucht, die eine Arthrodeese am Großzehengrundgelenk bekommen hatten. Auch hier trat eine Pseudarthrose bei einem starken Raucher auf. Gröndal et al. [37] dokumentieren eine Pseudarthrosen-Inzidenz von 13% je nach Technik, womit sie Rauchen als ein mögliches Risiko für eine Nicht-Fusion angeben [37].

In einer prospektiv randomisierten Studie mit 62 Patienten, die ebenfalls Gröndal et al. [36] durchführten, wurden jeweils 31 Patienten mit einer Arthrodeese und 31 Patienten mit einer Resektionsarthroplastik nach Mayo untersucht. Bei einem Patienten, der Raucher war, wurde eine schmerzlose Pseudarthrose festgestellt, sie konnten aber keine signifikante Korrelation zwischen Rauchen und schlechter Heilung finden [36].

Die Angaben zur Rate der Pseudoarthrose-Inzidenz schwanken in der Literatur zwischen 4% [67] und 44% [79]. Gröndal et al. [37] machen die Präparationstechnik der Gelenkflächen und die Wahl der Fixierungsmethode, die für die Knochenheilung wichtig sind, für die erhöhte Rate der Pseudarthrosen verantwortlich. Daraus kann geschlossen werden, dass eine akkurate Präparation der Gelenkflächen und eine stabile Fixierung besonders wichtig sind, damit eine

stabile Versteifung entsteht. Rauchen ist ein Risikofaktor für eine unzureichende Durchbauung des Knochens.

- Notwendige Folgeoperation:

Folgeoperationen bei Beschwerden durch das fixierende Metall sind Bestandteil der Aufklärung des Patienten vor dem operativen Eingriff. Eine Metallentfernung wird in der Regel nur bei Beschwerden aufgrund der implantierten Fremdkörper durchgeführt. Mulcahy et al. geben eine Reoperationsrate nach einer Arthrodesse von 10,6% an [78]. Bei der untersuchten Arthrodesegruppe war in 7,1% eine Folgeoperation notwendig

- Schmerzen:

Fortbestehende oder wieder auftretende Schmerzen werden in der Literatur häufiger nach einer Resektionsarthroplastik angegeben.

Patsalis et al. [81] untersuchten 10,5 Jahre postoperativ 23 Patienten mit rheumatoider Arthritis, indem sie das Operationsergebnis klinisch, radiologisch und per Fragebögen auswerteten und beurteilten. Obwohl initial das Vorgehen als erfolgreich bewertet wurde, wurde zum Nachuntersuchungszeitpunkt das Ergebnis als unbefriedigend klassifiziert. Gründe waren eine eingeschränkte Gehfähigkeit durch Schmerzen im Vorfußbereich bei 56% der Patienten, wiederkehrende Deformität, meistens der Großzehe, in 72% der Fälle und schmerzvolle Schwielen bei 61% der Patienten [81].

Barton [3] beschreibt die Ergebnisse von 65 Operationen mit Resektion der Metatarsalköpfchen ohne Arthrodesse am Vorfuß. Obwohl die meisten Patienten zufrieden waren, weil eine Schmerzreduktion eingetreten war, waren nur 29 Patienten, d.h. 45%, schmerzfrei [3].

- Ästhetische Unzufriedenheit:

Ästhetische Unzufriedenheit war bei Patienten beider Untersuchungsgruppen festzustellen, obwohl eine größere Unzufriedenheit bei den Patienten mit einer Resektionsarthroplastik aufgetreten war. Ein breiter unförmiger Vorfuß mit abstehenden Zehen war ein häufiger Grund für die Unzufriedenheit.



Abb. 4.1: *Klinische Darstellung der abstehenden Zehen bei einem 67-jährigen Patienten (Nr. 44 der vorliegenden Studie)*

Baskwill et al. [4] stellten zwar fest, dass mit Hilfe einer Arthroplastik erfolgreich Schmerzen beseitigt werden konnten, aber dass ein unbefriedigendes kosmetisches Ergebnis durch Verkürzungen auftrat. Diese könnte alternativ mit einer Arthrodese oder Implantatarthroplastik verbessert werden.

Es ist anzumerken, dass mit Hilfe der Vorfußkorrektur nicht das Erscheinungsbild des Fußes verbessert werden soll, sondern die Indikationsstellung die Schmerzreduktion und die Verbesserung der Gehfähigkeit zum alleinigen Ziel hat. Eine Verbesserung der Ästhetik wäre ein zu begrüßender Nebeneffekt.

Abschließend lässt sich feststellen, dass die vorliegende Studie sich mit den gleichen Komplikationen befassen musste wie die meisten Vergleichsstudien, welche diese Operationsmethoden untersuchten.

Jüsten et al. [55] ermittelten bei 126 operierten rheumatischen Vorfüßen eine Gesamtkomplikationsrate von 12,7% (14 Füße). Die Unzufriedenheitsrate variiert in der Literatur von 10% bis 72%, sodass die Komplikationsrate (24,2% Arthrodese, 16% Arthroplastik, durchschnittlich 20,1%) dieser Studie deutlich unter dem Höchstwert bleibt.

4.4 Röntgenanalyse

Da prinzipiell in den frühen Larsen-Dale-Eek-Stadien I-III gelenkerhaltenden Operationen der Vorzug gegeben wird und nur bei erheblicher Gelenkdestruktion (Larsen-Dale-Eek-Stadium IV und V) eine Arthrodese bzw. eine Resektionsarthroplastik in Frage kommt [28], wird in dieser Arbeit die differenzierte Betrachtung der einzelnen Stadien nicht weiter ausgeführt.

Der aussagekräftigste und in der Literatur am häufigsten angegebene Winkel ist der Hallux-valgus-Winkel. In dieser Studie wurde der Hallux-valgus-Winkel nach Venning und Hardy [120] bestimmt. Ein weiterer wichtiger Parameter ist das Dorsalextensionsausmaß. Es kann als Dorsalextensionswinkel oder als Inklinationswinkel gemessen werden.

Für den Vergleich der Ergebnisse ist die Verwendung des Inklinations- bzw. des Phalanxbodenwinkels besser geeignet, da er nicht, wie der Dorsalextensionswinkel, von der Höhe des Längsgewölbes abhängt. Er zeigt den funktionellen Winkel, während der Patient geht [37]. Ein weiterer wichtiger Winkel für die Position des Hallux ist der Winkel zwischen der ersten Zehe und dem entsprechenden Metatarsale. Daneben finden sich auch Angaben über den Erosionsgrad der Gelenke, vor allem des Interphalangealgelenks des ersten Strahls, und den Metatarsalindex.

Der Metatarsalindex wurde in dieser Studie zwar erhoben, die Aussagekraft wird aber, wie auch in der Studie von Koch [62], als gering bewertet, da sowohl bei Koch als auch in dieser

Studie eine Barfußmessung erfolgte, und die dort auftretenden negativen Einwirkungen durch eine suffiziente Einlagenversorgung kompensiert werden können [62].

Um das beste funktionelle Ergebnis zu erreichen, scheint die Position der Fusion eine äußerst wichtige Rolle zu spielen [20, 26, 71, 85, 89, 106, 117]. Allerdings sind optimale Winkel laut Sage et al. [93] nicht leicht zu erreichen. Cracchiolo [21] fordert eine Winkelgröße von 20 bis 25° valgus, 15° Dorsalflexion. Die Zehe sollte nicht rotiert sein. Bezüglich der Zehenrelation sollte der erste Zeh maximal einen Zentimeter länger als der zweite Zeh sein [21]. Von Tillmann wird ein Grenzwert für den Hallux-valgus-Winkel von 25° angegeben [110]. Smith et al. [100] untersuchten 34 Füße von 23 Patienten, die eine Arthrodesis am Großzehengrundgelenk bekommen hatten. Sie empfehlen eine Fusionsposition von 25° bis 30° valgus und 10° Extension aufgrund ihrer Studie und der Literatur für den rheumatischen Hallux valgus. Eine Arthrodesis am Großzehengrundgelenk wird auch von Wülker [134] für den rheumatischen Hallux valgus empfohlen. Für den Hallux-valgus-Winkel werden 10° valgus und eine Dorsalextension von 10° bis 15° angegeben. Gröndal et al. [36] fusionierten in ihrer Studie das erste MTP-Gelenk mit Hilfe einer „Göndal-Stark-guide-plate“ mit einem Hallux-valgus-Winkel von 15°-30° und einem Inklinationwinkel von 12° bis 15°. Andere Autoren geben ähnliche Winkel für die Fusionsposition bei einer Arthrodesis an. Ein Hallux-valgus-Winkel von 5° bis 25°, im Durchschnitt 15°, bei einer Dorsalextension von 25° bis 35°, welche einem Inklinationwinkel von 10° bis 15° entspricht, und neutraler Rotationsposition werden als optimale Winkel angegeben [20, 26, 65, 78, 85, 93, 100, 125]. Hämäläinen [39] differenziert seine Winkelempfehlung. Er gibt für Männer eine Dorsalflexion von 20° bis 25° und für Frauen eine Dorsalflexion von 25° bis 30° bei einer Valgus-Position von 15° an. In der Studie von Hecht et al. [42] bekamen alle Patienten, bei denen ein Silikonimplantat nicht erfolgreich war, eine Arthrodesis. Postoperativ wurde der Dorsalflexionswinkel bestimmt. Er betrug im Durchschnitt 15,6°. Mann und Thompson [68], Sage et al. [93], Mann und Oates [66] und Hughes et al. [49] stellten unabhängig voneinander fest, dass die postoperativen Winkel meist von den präoperativ geplanten Winkeln abweichen. Sie machten darauf aufmerksam, dass die Positionierung und die Fixierung der Knochenglieder mit Schwierigkeiten verbunden sind. Gröndal et al. empfehlen deshalb zur Hilfe für die Positionierung eine guide-plate [37]. Außerdem wird angemerkt, dass die Fusionsposition immer individuell zu wählen ist.

4.4.1 Positionierung des ersten Zehs

- Hallux-valgus-Winkel

Wird der Mittelwert der hier aufgeführten Studien berechnet, ergibt sich ein durchschnittlicher Wert für den Hallux-valgus-Winkel von $21,6^\circ$ valgus. Im Patientenkollektiv der vorliegenden Arbeit betrug der radiologisch bestimmte Hallux-valgus-Winkel $18,9^\circ$, er ist also kleiner als in der Vergleichsliteratur. Dies kann mit der Art der Winkelmessung, die in vielen Studien nicht angegeben wird, zusammenhängen. Mit einer längeren postoperativen Zeitspanne ist bei der Resektionsarthroplastik meist auch eine Tendenz zum Rezidiv zu erkennen, weshalb der Hallux-valgus-Winkel größer wird. Zwischen den beiden Untersuchungsgruppen dieser Studie ist jedoch kein signifikanter Unterschied festzustellen. Eigentlich wäre zu erwarten gewesen, dass die Patienten mit einer Arthrodeese einen kleineren Hallux-valgus-Winkel hätten als die Patienten mit einer Resektionsarthroplastik; dieses Ergebnis zeigte allerdings nur die fußgeometrische Analyse der Pedobarographie. Arthrodesepatienten hatten einen durchschnittlichen Winkel von $13,2^\circ$ und die Patienten mit einer Resektionsarthroplastik von $22,2^\circ$. Dieser Unterschied ist mit einem p-Wert von 0,0028 signifikant.

Röntgenologisch war dies jedoch nicht der Fall. Das Patientenkollektiv mit einer Arthrodeese hatte im Durchschnitt einen Hallux-valgus-Winkel von $19,5^\circ$. Die Patienten mit einer Resektionsarthroplastik hatten einen Durchschnittswinkel von $18,2^\circ$. Möglicherweise ist dies ebenfalls mit dem geringen Nachuntersuchungszeitraum zu begründen. Ein wichtiger Grund für die Unzufriedenheit bei Patienten mit einer Resektionsarthroplastik ist nach Literatur das Wiederauftreten der Fehlf orm nach 2 bis 15 Jahren. Hämäläinen [39] untersuchte 623 Resektionsarthroplastiken, bei denen in der Hälfte der Fälle die Valgusstellung der Großzehe bemängelt wurde. Reoperationen aufgrund der Valgusdeformität waren mit 13,5% in seinem Patientenkollektiv häufig. Patsalis et al. [81] stellten nach 10,5 Jahren eine wiederkehrende Deformität, besonders der Großzehe, in 72% der Fälle fest. Mehrere andere Autoren beobachteten ein 50%iges Rezidiv nach fünf bis zehn Jahren [32, 55, 64, 74, 94, 109, 128]. Eine andere mögliche Erklärung für das Ergebnis dieser Studie kann die stärker ausgeprägte Erkrankung bei den Patienten sein, die eine Arthrodeese bekamen. Anhand der Auswertung der Fragebögen wurde deutlich, dass bei diesen Patienten eine stärker ausgeprägte Erkrankung vorlag.

- Inklinationwinkel

Da der Inklinationwinkel nicht von der Höhe des Längsgewölbes abhängt und reproduzierbar ist, wurde er in dieser Studie dem Dorsalflexions- bzw. dem Dorsalextensionwinkel

vorgezogen. Der in dieser Studie errechnete Mittelwert für den Phalanxboden- bzw. Inklinationwinkel betrug 9° . Werden die Werte für die beiden Untersuchungsgruppen differenziert betrachtet, ergibt sich für die Arthrodesepatienten ein durchschnittlicher Winkel von $6,9^\circ$ und für die Patienten mit einer Resektionsarthroplastik ein durchschnittlicher Winkel von $11,1^\circ$. Dieser Unterschied ist nicht signifikant. Damit setzt sich diese Studie von den Vergleichsstudien ab, welche eine deutlichere Extension der ersten Zehe nach dorsal angeben. In den Studien von Cracchiolo [21], Smith et al. [100], Wülker [134], Hecht et al. [42] und Hämäläinen [39] wurden Dorsalflexions- bzw. Extensionswinkel bestimmt. Diese lagen im Durchschnitt bei $16,12^\circ$. In den Studien von Gröndal et al. [36], Moynihan [77], Lipscomb [65], Fitzgerald [26], Raunio [85], Coughlin und Abdo [20], Sage et al. [93], Weinfeld und Schon [125] und Smith et al. [100] wurde der Inklinationwinkel oder beide Winkel bestimmt. Der Durchschnittswert lag bei 13° . Einige Autoren [77, 86, 116, 117] merken an, dass bei einem zu klein gewählten Inklinationwinkel Probleme beim Gehen, beim Schuhe Anziehen und eine erhebliche Spannung auf das Interphalangealgelenk des ersten Zehs entstehen können. Wird der Winkel zu groß gewählt, kann dies zu überhöhtem Druck unter dem ersten und den zentralen Metatarsalköpfchen führen, welche das Risiko für eine transferierende Metatarsalgie erhöht [89]. Andere Autoren [5, 65, 77, 86] weisen auf die Probleme der fehlenden Balance oder den erhöhten Druck der Zehenspitze gegen den Schuh hin.

- Rotationsposition des ersten Zehs

Bezüglich der Rotationsposition des ersten Zehs ist die Literatur eindeutig. Der große Zeh sollte in neutraler Rotationsposition stehen, mit dem Zehennagel nach dorsal zeigend [21]. Gröndal und Stark [37] geben an, dass bei einem nach medial rotierten Zeh Schmerzen und Schwielen unter dem IP-Gelenk auftreten können. Außerdem sind Nagelprobleme durch den Druck gegen den Schuh und den Boden wahrscheinlich [50, 77]. Probleme bezüglich eines nach lateral rotierten Nagels sind nicht bekannt.

4.4.2 Auswirkungen auf das interphalangeale Gelenk

Bezüglich des zu klein gewählten Inklinationswinkels weisen Moynihan [77], Thompson et al. [106], Raunio et al. [86] und Turan et al. [117] sowie andere Autoren auf die Problematik der Beeinflussung des Interphalangealgelenks hin. Die zwei Hauptgründe für mäßige Ergebnisse in der Langzeitbetrachtung des ersten Strahls sind schlechte Positionierung und IP-Gelenk-Symptome [26, 40, 65, 70, 86, 117, 136]. Wülker [134] untersuchte Patienten mit einer Arthrodesese aufgrund eines Hallux rigidus und aufgrund einer fehlgeschlagenen Resektion. Er erhielt in fast 80% der Fälle ein gutes bis exzellentes Ergebnis. In annähernd

10% der Fälle waren symptomatische Degenerationserscheinungen des Interphalangealgelenks bei dieser Langzeituntersuchung nachzuweisen. Gröndal und Stark [37] stellten fest, dass eine Versteifung des MTP-Gelenks eine „Belohnung für den Vorfuß“ [37] ist, allerdings werden die Ergebnisse durch eine schlechte Positionierung, eine mangelnde knöcherne Durchbauung und eine Verschlechterung des IP-Gelenks beeinträchtigt. Deshalb empfehlen sie, dass ein großes Augenmerk auf den Vorgang der Fixierung gelegt werden sollte. Coughlin [19], Mann und Thompson [68] und Mann und Schakel [67] stellten arthritische Degenerationen des IP-Gelenks in 32% bis 65% der Fälle fest. Allerdings waren nur 20% bis 33% davon schmerzhaft. Smith et al. [100] empfehlen eine Fusionsposition von 25° bis 30° dorsal, um die Belastung für das IP-Gelenk zu reduzieren. Nach einer Resektionsarthroplastik aller Zehengelenke bildeten sich bei einer Studie von Bitzan et al. [9] zwei Ankylosen des ersten MTP-Gelenks aus. Bei einem Patienten, bei dem der Dorsalflexionswinkel 10° entsprach, war das IP-Gelenk beim Gehen schmerzhaft. Mann und Thompson [68] wiesen radiologisch die interphalangeale Degeneration nach, aber gleichzeitig machten sie deutlich, dass keine klinischen Folgeerscheinungen zu erkennen waren. Yu und Shook [136] wiesen darauf hin, dass zwei kortikale Schrauben eine gute Kompression und Stabilität erreichen, ohne das IP-Gelenk zu beeinträchtigen, was jedoch bei gewundenen Steinmann pins zu beobachten war [66, 67, 68]. In einer anderen Studie von Gröndal et al. [36] wurden jeweils 31 Rheumatiker mit einer Arthrodesse oder einer Resektionsarthroplastik versorgt. Die Arthrodesen heilten in 93% der Fälle, es konnte kein klinisch relevantes Risiko für IP-Gelenk-Symptome nach einer Arthrodesse festgestellt werden.

4.4.3 Zehenkonfiguration

- Zehenformel

Hinsichtlich der äußeren Fußform, ist Ziel der Vorfußkorrektur, einen harmonischen Bogen der Zehen zu erreichen. Die ägyptische Zehenkonfiguration, bei der der erste Zeh länger ist als der zweite ist, ist bei den Patienten mit einer Arthrodesse in der vorliegenden Studie häufiger zu finden. Da nur eine geringe Resektion der Knochen vor der Fusion stattfindet, ergibt sich daraus meist, dass der Längenunterschied der Zehen bei diesen Patienten deutlicher ausfällt. Der Unterschied ist signifikant, da bei diesen Patienten die erste Zehe um 19,2 mm länger ist als die zweite. Bei den Patienten mit einer Resektionsarthroplastik beträgt der Unterschied 11,2 mm. Mit einem deutlichen Längenunterschied der Zehen bedeutet dies auch Unterschiede für die Druckverteilung in dieser Region. Koch [62] hingegen zeigt in seiner Arbeit, dass die Zehenformel zwar berücksichtigt werden sollte, aber da bei einer

Resektion eine funktionelle Amputation vorliegt, die Aussagekraft dadurch minimiert wird [62]. Cracchiolo [21] empfiehlt einen maximalen Längenunterschied von einem Zentimeter der Großzehe zur zweiten Zehe [21].

- **Metatarsalindex**

Bei der Auswertung der Röntgenbilder wurde bei den Patienten mit einer Resektionsarthroplastik auch der Metatarsalindex bestimmt. Als bestmögliches Resultat in der Längenabstimmung zwischen erstem und zweitem Metatarsale gilt der „Plus/Minus-Index“. Dieses Ergebnis wurde bei 77,3% der Patienten in der Resektionsarthroplastikgruppe erreicht. 9% wiesen einen „Plus-Index auf und bei 13,6% der Probanden war ein „Minus-Index zu finden. Bei mehr als drei Viertel der Patienten wurde somit das erwünschte Ergebnis erzielt.

4.4.4 Radiologische Nebenfunde

Weitere radiologische Nebenfunde sind in Tab. 3.4 dargestellt. Signifikante Unterschiede traten bezüglich der Exostosenhäufigkeit auf. Patienten mit einer Resektionsarthroplastik hatten signifikant häufiger Exostosen als Patienten mit einer Arthrodesese. Eine Erklärung kann die Anzahl der Stellen für Exostosen sein. Patienten mit einer Resektionsarthroplastik haben ein Gelenk mehr, an dem sich eine Exostose bilden kann, als Patienten mit einer Arthrodesese, bei denen das erste MTP-Gelenk versteift wurde. Für diese Hypothese spricht, dass die Exostosen in der Resektionsarthroplastikgruppe dieses Patientenkollektivs am häufigsten am ersten und dritten MTP-Gelenk gefunden wurden.

4.5 Druckverteilungsmessung

Die plantare Fußdruckmessung wurde bis heute nur von wenigen Autoren zur Untersuchung von operierten Füßen bei Patienten mit rheumatoider Arthritis verwendet. Sodass sich in der Literatur nur einige Studien zu dieser Thematik finden. Diese Studien stellten eine große Bandbreite von subjektiver Einschätzung bis zur objektiven Bewertung dar [19, 43, 102]. Im Allgemeinen lässt sich feststellen, dass bei diesen pedobarographischen Studien widersprüchliche Aussagen getroffen wurden [43, 74, 80, 95, 102, 115, 116].

Die Studien, die sich im Allgemeinen mit der Pedobarographie und mit Patienten mit rheumatoider Arthritis beschäftigten, stellten Zusammenhänge bezüglich radiologischer Daten her und zeigten den praktischen Nutzen, den die pedobarographische Untersuchungsmethode für dieses Patientenkollektiv hat.

Chang und Mitarbeiter [16] verglichen die Druckverteilung unter dem medialen und lateralen Teil des Fußes mit verschiedenen Winkelmessungen im Röntgenbild. Die Druckverteilungsmessung gab eine deutlich genauere Information über den Grad der

Deformität. Fußprobleme konnten besser beurteilt werden. Waldecker macht deutlich, dass radiologische Zeichen nicht allein die Fußdruckverhältnisse bestimmen [122]. In einer Studie von Tuna et al. [116] wurden die plantare statische und dynamische Druckverteilung von 50 Rheumatikern und 50 Gesunden verglichen. Die Korrelation von radiologisch bestimmten Erosionen und Druckverteilungsparametern wurde untersucht. Sie stellten fest, dass sich alle dynamischen pedobarographischen Parameter, mit Ausnahme der Kontaktfläche, bei Patienten mit rheumatoider Arthritis von denen der Kontrollgruppe unterschieden. Bezüglich der statischen Parameter haben Rheumatiker im Bereich des Rückfußes signifikant geringere Werte als die gesunde Kontrollgruppe. Bei der Betrachtung der dynamischen Parameter zeigten sich signifikant niedrigere Spitzendrücke im Bereich des medialen und zentralen Vorfußes, aber signifikant höhere Spitzendrücke im Bereich des lateralen Vorfußes, des Mittelfußes und des Rückfußes. Diese Studie zeigt außerdem, dass hohe Erosionsscores mit höheren statischen und dynamischen Druckwerten korrelieren und dass Erosionen der Hauptgrund für Deformitäten sind. Die Autoren stellen die Hypothese auf, dass Erosionen die Druckverteilung beeinflussen können. Physikalische und radiologische Untersuchungen sind aus Sicht der Autoren sehr wichtig für das frühe Entdecken von fortschreitenden Deformitäten. Sie kommen aus diesem Grund zu dem Schluss, dass die zusätzliche pedobarographische Untersuchung nützlich für die Verbesserung der Druckverteilung unter dem rheumatischen Fuß sein kann und richtungweisend für das Design von Einlagen ist [116]. Ebenso wie Tuna et al. [116] weisen auch Woodburn und Helliwell [133] auf den Nutzen der dynamischen Pedobarographie hin. Bei Vernachlässigung der dynamischen Fußmechanik kann keine adäquate und erfolgreiche orthopädische Schuhversorgung gewährleistet werden. Sie untersuchten Patienten mit rheumatoider Arthritis mit und ohne Valgus-Rückfußdeformität und stellten bei Patienten mit einem valgischen Rückfuß signifikant niedrigere Drücke unter dem Vorfuß, außer im Bereich des ersten Strahls, fest. Auch Waldecker [121] war der Meinung, dass die Erkenntnisse über das Verhältnis von plantarer Fußbelastung, Fußdeformitäten und Fußschmerz unzureichend sind, vor allem vor der operativen Therapie. Andere Arbeiten, die sich speziell mit der Druckverteilung beim Rheumatiker im Vorfußbereich beschäftigten, zeigten erhöhte Belastungen und Drücke bei rheumatisch deformierten Füßen und belegten dass mit Hilfe von Operationen eine effektive Belastungsreduktion und verringerte Lastaufnahme erreicht werden kann.

Minns und Craxford [75] stellten bei Patienten mit rheumatoider Arthritis unter den zentralen Metatarsalköpfchen pathologisch erhöhte Drücke fest, die im Vergleich zu anderen Probanden zwei- bis dreimal so hoch waren. Allerdings handelte es sich in dieser Studie um eine

statische Messung. Auch Barrett [2] zeigt, dass bei Rheumatikern höhere Drücke unter dem zweiten und dritten Metatarsalköpfchen zu finden sind. Charakteristisch für den rheumatischen Fuß sind laut Otter et al. [80] signifikante Erhöhungen bei temporalen Parametern der Kraftverteilung. Die Autoren untersuchten die plantare Druckverteilung bei Rheumatikern und zeigten, dass diese Patienten ein signifikant höheres Kraft-Zeit-Integral haben. Auch Hodge et al. [45] stellten fest, dass durch die Deformitäten des Vorfußes ein Verlust des metatarsalen Quergewölbes entsteht, welches dann zur Überbelastung der Vorfußstrukturen führt. Die höhere Belastung des lateralen Vorfußes wurde auch von Sharma et al. [99] dokumentiert. Der höchste Druck im Bereich der Metatarsalia ist meist nach lateral verlagert, d.h. bei Patienten mit rheumatoider Arthritis kommt es zu einer Verlagerung der Kraft von medial nach lateral.

Stockley et al. [103] führten eine prospektive Studie mit 35 erwachsenen Probanden durch. Alle Patienten litten unter rheumatoider Arthritis und wurden vor und nach einer Resektionsarthroplastik des Vorfußes untersucht. Eine effektive Belastungsreduktion der präoperativ hohen Drücke konnte nachgewiesen werden.

In der von Coughlin [19] durchgeführten Studie wurden 43 Patienten untersucht, die eine Arthrodesse der MTP-Gelenke und des Hallux bekamen. Es zeigte sich eine verringerte Lastaufnahme durch den lateralen Vorfuß.

Die beiden Untersuchungsgruppen der vorliegenden Arbeit werden im Folgenden einander gegenübergestellt. Der Fuß wurde für die pedobarographische Auswertung in zehn Regionen aufgeteilt, um eine bessere Vergleichbarkeit der einzelnen Regionen zu erzielen. Signifikante Unterschiede traten vor allem im Bereich des Hallux auf. Die Kontaktfläche in der Arthrodessegruppe war signifikant größer als die Kontaktfläche in der Patientengruppe, die eine Resektionsarthroplastik erhielt. Dem gegenüber steht die Reduktion der Kontaktfläche bei diesen Patienten im Bereich des dritten bis fünften Metatarsale. Es ist anzumerken, dass der Unterschied im Bereich des Hallux sehr deutlich ist, da in der Arthrodessegruppe die Kontaktfläche 1,6-fach größer war als die der Patienten mit einer Resektionsarthroplastik.



Abb. 4.2: *Klinische Situation (linke Seite) und pedobarographisches Belastungsmuster (rechte Seite) des linken Fußes einer 53-jährigen Patientin 36 Monate nach der Korrekturoperation mit einer Arthrodesis des MTP I (Nr. 3 der vorliegenden Studie)*



Abb. 4.3: *Klinische Situation (linke Seite) und pedobarographisches Belastungsmuster (rechte Seite) des linken Fußes eines 64-jährigen Patienten 57 Monate nach der Korrekturoperation mit einer Resektionsarthroplastik des MTP I (Nr. 51 der vorliegenden Studie)*

Dies zeigt, dass Patienten mit einer Arthrodesis die Belastung im medialen Bereich auf eine größere Fläche verteilen und dafür die Belastung im lateralen Bereich auf eine kleinere Fläche reduzieren. Auch im Bereich des lateralen Mittelfußes ist die Kontaktfläche reduziert, allerdings ist dieser Unterschied nicht signifikant.

Wird die relative Kontaktzeit betrachtet, so war die Kontaktzeit des Hallux in der Patientengruppe mit einer Arthrodesese signifikant länger gegenüber der Kontaktzeit der Patienten mit einer Resektionsarthroplastik in dieser Region. Da in dieser Patientengruppe auch die Kontaktfläche in dieser Region erhöht ist, kann die verlängerte Kontaktzeit damit in Verbindung stehen. Wird die relative Kontaktzeit des gesamten Fußabrollvorgangs betrachtet, so ist sie in der Arthrodesese Gruppe gegenüber der Resektionsarthroplastikgruppe reduziert. Dieser Unterschied ist nicht signifikant, steht aber in plausiblen Zusammenhang mit der höheren durchschnittlichen Abrollgeschwindigkeit in der Arthrodesese Gruppe. Der andere signifikante Unterschied bei diesem Parameter war im Bereich des lateralen Mittelfußes. Hier war die relative Kontaktzeit in der Arthrodesese Gruppe ebenfalls signifikant länger. Ein ähnliches Verhältnis zwischen den Untersuchungsgruppen war beim Spitzendruck zu beobachten. Signifikante Unterschiede traten auch hier in diesen beiden Regionen auf. In der Arthrodesese Gruppe war jeweils ein signifikant höherer Druck als in der Resektionsarthroplastikgruppe festzustellen. Dies zeigt, dass die Großzehe bei einer Arthrodesese einem höheren Druck ausgesetzt ist und ebenfalls den zentralen Mittelfuß entlastet. Diese Entlastung führt zu einer höheren Belastung im lateralen Bereich.

Signifikante Veränderungen bezüglich des Impulses und der maximalen Kraft waren im Bereich des Hallux und in der Region des zweiten Metatarsalen zu beobachten. Die Arthrodesese Gruppe zeigte im Bereich des Hallux einen signifikant höheren Impuls bzw. eine signifikant höhere maximale Kraft. Im Bereich des zweiten Metatarsale waren in dieser Gruppe signifikant niedrigere Werte für diese beiden Parameter zu messen. Auch hier wird eine signifikante Verlagerung der Belastung nach medial zur Entlastung der zentralen und lateralen Region dokumentiert. Die Großzehe wird in der Arthrodesese Gruppe deutlich stärker beim Abrollvorgang eingesetzt.

Samnegard et al. [95] untersuchten zehn Patienten, die an rheumatoider Arthritis erkrankt waren und sich einer Vorfußkorrektur unterzogen hatten, und verglichen die Ergebnisse mit denen einer gesunden Kontrollgruppe. Der Fuß wurde in neun Regionen unterteilt, um die Unterschiede deutlicher hervorzuheben. Der mittlere Nachuntersuchungszeitraum betrug drei Jahre. Der maximale Druck im Bereich des ersten Metatarsale war in der Gruppe der Rheumatiker signifikant höher als in der Kontrollgruppe. Bei der Betrachtung der Metatarsalregionen und der Zehenregionen traten signifikante Unterschiede auf. In der Kontrollgruppe trat der höchste maximale Druck im Bereich des zweiten Metatarsale auf, wohingegen in der Gruppe der operierten Rheumatiker der höchste Druck im Bereich des ersten Metatarsalköpfchens lag. Dies zeigt, dass nach einer Vorfußoperation der höchste

Druck in der Metatarsalregion weiter nach medial verlagert wird. Im Bereich der Großzehe war der Druck geringer als in der Kontrollgruppe. Im Bereich der Zehen kam es zu einer fast vollständigen Entlastung. Im Vergleich zeigt die vorliegende Arbeit ähnliche Ergebnisse.

Bei Samnegard et al. [95] lag der höchste Druck unter dem ersten Metatarsalen und die Last tragende Funktion der Zehen war reduziert. In der Resektionsarthroplastikgruppe wurden die höchsten Spitzendrücke im Bereich des ersten und zweiten Metatarsale gemessen. Der Hallux zeigt einen minimal höheren Spitzendruck als die restlichen Zehen. Ein ähnliches Ergebnis wird auch von Bitzan et al. [9] dokumentiert. Es wurden 26 Füße von 16 Patienten nach einer Resektion der Metatarsalköpfchen nachuntersucht. In 58% der Fälle war eine fehlende Druckverteilung unter den Zehen festzustellen, da diese beim Abrollvorgang des Fußes den Boden nicht berührten. Im Allgemeinen war eine Verschiebung nach lateral, d.h. eine Zunahme der Druckwerte nach lateral, festzustellen. Alle ausgewerteten Parameter, die Kontaktfläche, die Kontaktzeit, der Impuls, die maximale Kraft und der Spitzendruck, zeigen dass die Patienten mit einer Arthrodesese im untersuchten Patientenkollektiv im Bereich des Hallux eine signifikante Erhöhung im Vergleich zur Resektionsarthroplastikgruppe hatten. Im Bereich des lateralen Mittelfußes allerdings weist das Patientenkollektiv mit einer Resektionsarthroplastik für die relative Kontaktzeit und den Spitzendruck signifikant geringere Werte auf. Auch hier war eine Abnahme der Druckwerte nach lateral festzustellen. Weiterhin zeigte die Studie von Bitzan et al. [9], dass die Vorfußbreite durch die Operation positiv beeinflusst wurde. So wurde die Breite von präoperativ 8,7 cm auf postoperativ 7,8 cm reduziert. In der vorliegenden Studie unterscheidet sich die Vorfußbreite mit einer Breite von 9,4 cm in beiden Gruppen nicht signifikant. Allerdings ist anzumerken, dass der Spreizkoeffizient signifikant unterschiedlich ist. Dies hängt mit der Fußlänge in der Arthrodesegruppe zusammen, da es hier nur zu einer minimalen Resektion kommt, bleibt diese erhalten.

Auch Phillipson et al. [82] zeigen ähnliche Ergebnisse. 23 Füße von 15 Patienten wurden prä- und postoperativ nach einer Resektionsarthroplastik untersucht. Der durchschnittliche Zeitraum zwischen Operation und Nachuntersuchung betrug 2,6 Jahre. Nach der operativen Korrektur zeigte sich eine signifikante Zunahme des Drucks und des Kraft-Zeit-Integrals. Hauptsächlich erfolgte die Zunahme unter dem ersten Metatarsalköpfchen ($p < 0.005$). Ein ähnliches Ergebnis zeigt die vorliegende Arbeit. Die Patienten mit einer Resektionsarthroplastik hatten den höchsten Druck unter den Metatarsalia 1 und 2. Die Last tragende Funktion der Zehen war in der Resektionsarthroplastikgruppe reduziert, ähnlich wie es in der Literatur dokumentiert wird [9, 95]. Die Patienten in der Arthrodesegruppe wiesen

ähnlich hohe Drücke unter dem ersten und fünften Metatarsalen auf. In der Gruppe der Arthrodesepatienten war das Kraft-Zeit-Integral im Bereich des Hallux signifikant höher. Phillipson et al. [82] dokumentierten im Bereich der zentralen Metatarsalköpfchen eine leichte, aber nicht signifikante Reduktion des Drucks und des Kraft-Zeit-Integrals, ähnlich der Arthrodesegruppe in dieser Studie. Bei der vorliegenden Arbeit ist ein signifikanter Unterschied des Kraft-Zeit-Integrals und der maximalen Kraft im Bereich des zweiten Metatarsalen zwischen den Untersuchungsgruppen festzustellen. In der Arthrodesegruppe wurden signifikant geringere Werte gemessen. Auch Betts et al. [8] untersuchten die Druckverteilung des Vorfußes nach Arthroplastik; sie benutzten allerdings ein anderes pedobarographisches System, den Sheffield pedobarograph. Sie zeigten eine signifikante Reduktion des Vorfußdrucks im Bereich der zentralen Metatarsalköpfchen. Außerdem dokumentierten Phillipson et al. [82] nach dem operativen Eingriff eine signifikant reduzierte Kontaktzeit.

Andere Autoren untersuchten Patienten mit Resektionsarthroplastiken aller Zehengrundgelenke, bei denen Fälle von spontanen Ankylosen des Großzehengrundgelenks auftraten. Bitzan et al. [9] dokumentierten, dass zwei von 16 Patienten eine Ankylose entwickelten. Der Nachuntersuchungszeitraum betrug im Mittel 50 Monate. Auch Jüsten et al. [55] untersuchten mittels dynamischer Pedobarographie Rheumatiker nach Resektionsarthroplastik der Zehengrundgelenke. Es wurden 183 Füße nach durchschnittlichen 5,6 Jahren untersucht. Nach spontan aufgetretener Ankylose im Großzehengrundgelenk wurde, im Gegensatz zur Gegenseite, beobachtet, dass die Großzehe in den Abrollvorgang mit einbezogen wurde. Ein vollständiges Abrollen des Fußes war nun wieder möglich. Auch andere Autoren weisen darauf hin, dass Arthrodesen dazu führen, dass das Hauptgewicht über den großen Zeh abgerollt wird und somit die lateralen Gelenke entlastet werden [34, 48, 67]. Dadurch wird die Entstehung einer Metatarsalgie und die eines Hallux valgus vermieden [9]. Die vorliegende Arbeit stützt diese Aussagen, da die Patienten mit einer Arthrodesese im Vergleich zu den Patienten mit einer Resektionsarthroplastik einen signifikant höheren Impuls, eine signifikant höhere maximale Kraft und einen signifikant höheren Spitzendruck in der Halluxregion aufweisen.

Dennoch lässt sich die vorliegende Arbeit aufgrund des ähnlichen Studiendesigns besser mit den folgenden Studien von Samnegard et al. [96], Vandeputte et al. [119] (obwohl diese ein anderes Resektionsverfahren an der Großzehe untersuchten), Mulcahy et al. [78], Hämäläinen [39] und Gröndal et al. [37] vergleichen.

Diese Arbeiten und die vorliegende hatten ein ähnliches Ergebnis. Das funktionelle und ästhetische Ergebnis ist bei den Patienten mit einer Arthrodese besser, obwohl die Zufriedenheitsrate bei den Patienten mit einer Resektionsarthroplastik bei allen Studien, außer der von Mulcahy et al. [78], besser war.

Der Vergleich mit den vorher diskutierten Arbeiten ist deutlich erschwert, da es sich um keine Vergleichsarbeiten der beiden Operationstechniken handelt. Es wurden andere Messverfahren benutzt und unterschiedliche Parameter berechnet sowie ein anderes Patientenkollektiv untersucht. Um das Ergebnis dieser Studie zu unterstützen wären prospektive Studien, die höhere Patientenzahlen berücksichtigen, um Fehlinterpretationen zu vermeiden und genauere Aussagen zu treffen, sinnvoll.

Samnegard et al. [96] führten eine Studie zum Vergleich einer Arthrodese des Großzehengrundgelenks mit einer Resektion nach Keller nach durchschnittlich fünf Jahren durch. Je zehn Patienten wurden untersucht und einer Kontrollgruppe gegenübergestellt. Der Fuß wurde in jeweils neun Regionen unterteilt. Im Vergleich hatten die Patienten mit einer Arthrodese einen schmerzlosen kraftvollen Zeh gegenüber den Patienten mit einer Resektion nach Keller, deren Zeh kürzer und schwächer geworden war. Die vorliegende Studie zeigt ein gleiches Ergebnis.

Vandeputte et al. [119] verglichen zwei Gruppen von Probanden mit den gleichen Operationsverfahren wie Samnegard. Allerdings wurde die Druckverteilung mit einer Innensohle im Schuh und nicht barfuß bestimmt. 38 Patienten, 59 Füße, erhielten eine Keller-Resektionsarthroplastik am Großzehengrundgelenk und eine Resektion der restlichen Zehengelenke nach Hoffmann. 62 Füße von 48 Patienten bekamen eine Arthrodese am Großzehengrundgelenk und eine Resektion nach Hoffmann an den lateralen Zehengelenken. Der Nachuntersuchungszeitraum betrug im Durchschnitt in der ersten Gruppe 35 Monate und in der zweiten Gruppe 25 Monate. Die Patienten mit einer Arthrodese hatten einen besseren Last tragenden ersten Strahl als die Patienten mit einer Keller-Resektionsarthroplastik. Dadurch kam es zu einer relativen Entlastung der zentralen Metatarsalköpfchen. Das Ergebnis stimmt mit der übrigen Literatur überein. Weiterhin ist anzumerken, dass die Zufriedenheitsrate der Patienten mit einer Keller-Resektionsarthroplastik etwas besser war. 93% der Patienten mit einer Keller-Resektionsarthroplastik waren zufrieden gegenüber 87% der Patienten mit einer Arthrodese. Der Unterschied war nicht signifikant.

Auch Mulcahy et al. [78] stellten Patienten mit rheumatoider Arthritis, die am Vorfuß operiert wurden, einander gegenüber. Der eine Teil des Probandenkollektivs bekam eine Arthrodese des Großzehengrundgelenks und eine Resektion der lateralen Zehen. Der

Nachuntersuchungszeitraum dieser Gruppe betrug im Durchschnitt 36 Monate. Bei dem anderen Teil des Kollektivs wurden alle Zehengrundgelenke reseziert. Hier betrug der Nachuntersuchungszeitraum 102 Monate und war somit signifikant unterschiedlich. Bei der ersten Gruppe war die maximale Kontaktfläche, der maximale Druck und das maximale Zeitintegral unter dem ersten Metatarsalköpfchen lokalisiert und führte zu einer Entlastung der lateralen Strahlen und Zehen. Signifikant höhere Drücke wurden in der zweiten Gruppe unter dem ersten, zweiten und dritten Metatarsalköpfchen gefunden. In dieser Gruppe war die Zehenfunktion minimal oder nicht vorhanden, ähnlich dem Patientenkollektiv der vorliegenden Studie. Mulcahy et al. [78] kamen zu dem Schluss, dass eine Resektionsarthroplastik aller Zehengelenke zu einer Schmerzreduktion führt, aber dass Arthrodesen zu einem kosmetisch besseren Ergebnis, zu einer ausgewogeneren Druckverteilung und zu zufriedeneren Patienten führen [78].

Hämäläinen [39] führte eine Studie durch, in der Patienten mit einer Resektionsarthroplastik und Patienten mit einer Arthrodesese verglichen wurden. Auf Grund einer erheblichen Zahl an Patienten, die eine Besserung nach der Ankylose des ersten MTP-Gelenks festgestellt hatten, wurde diese Studie erhoben. Sie umfasste 35 Resektionen und 30 Arthrodesen. Der Nachuntersuchungszeitraum betrug für die Resektionsgruppe 44 Monate und für die Arthrodesegruppe 31 Monate. Die Gruppe mit einer Arthrodesese zeigte 83% ausgezeichnete anatomische und 93% ausgezeichnete funktionelle Resultate gegenüber der Patientengruppe mit einer Resektion mit 77% im anatomischen Bereich und 80% im funktionellen Bereich. Allerdings war die Zufriedenheitsrate in der Arthrodesegruppe mit 77% geringer als in der Patientengruppe mit einer Resektionsarthroplastik mit 80%, vergleichbar mit dem Ergebnis der vorliegenden Studie.

Gröndal et al. [37] machten eine prospektiv-randomisierte Studie. Es wurde die Arthrodesese mit der Resektion nach Mayo am ersten MTP-Gelenk bei einer totalen Rekonstruktion des Vorfußes verglichen. Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum betrug 36 Monate. Es wurden signifikante Verbesserungen bezüglich des Schmerzes, der Behinderung und der Aktivität anhand des FFI in beiden Gruppen dokumentiert. Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen außer der Operationszeit, die bei Patienten mit einer Arthrodesese signifikant länger war. Dies hatte aber keinen Einfluss auf die Wundinfektionsrate. Es konnte auch kein höheres Risiko für klinisch relevante IP-Gelenk-Symptome bei Patienten mit einer Arthrodesese festgestellt werden.

4.6 Kritikpunkte

Als Nachteil dieser Studie bei der Analyse von klinischen, radiologischen und pedobarographischen Daten stellte sich die fehlende Beurteilung der präoperativen Situation heraus. Durch den Vergleich der beiden Untersuchungsgruppen mit unterschiedlichen Operationsmethoden hätte die Feststellung der präoperativen Situation in Relation zu der Veränderung der postoperativen Situation eine bessere Vergleichbarkeit erlaubt. Sind die Patienten mit einer Arthrodesse präoperativ stärker durch ihre Erkrankung eingeschränkt als die Patienten mit einer Resektionsarthroplastik, so kann die Verbesserung dennoch signifikant sein, obwohl diese Patienten im postoperativen Vergleich schlechter abschnitten. In der Literatur sind nur wenige prospektive Studien zu diesem Thema zu finden [37, 39]. Durch das prospektive Studiendesign sind Veränderungen innerhalb einer Untersuchungsgruppe und zwischen den Untersuchungsgruppen besser beurteilbar, da der gleiche Behandler im günstigsten Fall die Untersuchung vornimmt und ein direkter prä- und postoperativer Vergleich eines Probanden möglich ist. In der vorliegenden Arbeit wurde der Fuß bei der pedobarographischen Analyse in zehn Regionen aufgeteilt, in anderen Vergleichsstudien [95] erfolgte eine Einteilung in neun Regionen. So ist der Vergleich nicht eins zu eins möglich, allerdings werden die signifikanten Unterschiede pro Region angegeben, sodass die Abweichungen nur minimal sein können. Die Unterscheidung des ersten, zweiten und dritten bis fünften Metatarsale bzw. Zeh ist sinnvoll, da besonders hier Unterschiede bezüglich des Impulses und der maximalen Kraft aufgetreten sind.

Eine weitere Problematik betrifft die Patientenzahlen. In der vorliegenden Arbeit wurden in der Arthrodesegruppe 33 Füße von 28 Patienten nachuntersucht. In der Gruppe der Patienten mit einer Resektionsarthroplastik wurden 25 Füße von 25 Patienten vermessen. Durch höhere Patientenzahlen können Unterschiede und Signifikanzen deutlicher herausgearbeitet werden.

Für die pedobarographische Analyse wäre ein standardisiertes Verfahren wünschenswert, wie es bei den Fragebögen Verwendung fand. Die Verwendung unterschiedlicher Plattformen und Software, vor allem das individuelle Einfügen verschiedener Masken, führt zu großen Schwierigkeiten bei dem Vergleich der Ergebnisse verschiedener Studien.

Patienten, die eine Arthrodesse erhalten, sollten in der präoperativen Vorbereitung speziell auf die spätere Gelenksteifheit vorbereitet werden. Vielleicht ist eine Simulation der Situation mittels eines Stabes, der die Beweglichkeit verhindert, d. h. eine Einlage mit steifer Großzehenlasche, für manche Patienten hilfreich. Die Ergebnisse dieser Arbeit und die Literatur [36, 39, 119] zeigen, dass die Funktion nach einer Arthrodesse gleichwertig oder besser erscheint, dass aber die Zufriedenheit bei den Patienten im Vergleich zur

Resektionsarthroplastik geringer ist. Außerdem werden in der Literatur [37, 77, 86, 106, 117] unterschiedliche Aussagen bezüglich des Risikos der Belastung des IP-Gelenks gemacht, worauf der Patient hingewiesen werden sollte.

4.7 Schlussfolgerungen

Die hohe Patientenzufriedenheit und die niedrige Komplikationsrate in beiden Untersuchungsgruppen lassen den Schluss zu, dass die in dieser Arbeit untersuchten Operationsverfahren bei einer rheumatischen Vorfußdeformität geeignete und empfehlenswerte Eingriffe sind. Sowohl die Resektionsarthroplastik aller Zehengrundgelenke, die als Standardtherapie am rheumatisch veränderten Vorfuß gilt, als auch die Arthrodesen, deren Indikation erst in den letzten Jahren in Sendenhorst vermehrt gesehen wurde, führen zu einer Schmerzreduktion im Vorfußbereich. Die Schmerzreduktion macht die Patienten mobiler und steigert ihre Lebensqualität. Dennoch leiden die Patienten auch nach dem Eingriff unter ihrer Multimorbidität und die operative Vorfußkorrektur kann nicht als kurative Therapie verstanden werden, da die Patienten an einer systemischen Erkrankung leiden.

Anhand dieser Arbeit sollte untersucht werden, welche Operationsmethode sich bei gegebener Indikation besser eignet. Ein besonderes Augenmerk wurde auf die subjektive Patientenzufriedenheit, die mit Hilfe des modifizierten *Miehlke Scores* erhoben wurde, und die objektive Aussage der Druckverteilungsmessung gelegt.

Das modifizierte *Miehlke Score* zeigt ein minimal besseres Ergebnis für die Probanden mit einer Resektionsarthroplastik, aber auch nicht in jedem Bereich. Bei den Schmerzen schnitten die Patienten mit einer Resektionsarthroplastik besser ab, bezüglich der Parameter der Gehfähigkeit sowie des kosmetischen Ergebnisses beurteilten die Patienten mit einer Arthrodesen den Erfolg als besser.

Die plantare Druckverteilungsmessung zeigt im Vergleich der beiden Operationsmethoden, dass die Probanden, die eine Arthrodesen bekamen, ein physiologischeres Belastungsmuster zeigen. Die Zehen, vor allem die Großzehe, übernehmen wieder vermehrt eine Funktion beim Abrollvorgang. Bei den Patienten mit einer Resektionsarthroplastik sind die Zehen fast funktionslos.

Die meisten signifikanten Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen liegen in der Region des Hallux. In dieser Region nehmen alle wichtigen Parameter, wie die Kontaktfläche, die relative Kontaktzeit, der Impuls, die maximale Kraft und der Spitzendruck, in der Arthrodesengruppe zu. Auch in anderen Regionen sind signifikante Unterschiede zu messen. Wenn man diese Unterschiede zusammenfasst, werden die zentralen Metatarsalknochen

entlastet und der Hallux sowie der laterale Mittelfuß bei den Patienten mit einer Arthrodesse mehr in den Abrollvorgang mit einbezogen.

Abschließend ist festzustellen, dass keine Aussage gemacht werden kann, welche Operationsmethode bei gegebener Indikationsstellung besser ist. Patienten mit einer Arthrodesse weisen eine bessere Funktion des Fußes in der Abrollbewegung auf, jedoch sind die Patienten mit einer Resektionsarthroplastik meist zufriedener. Dies sind die Ergebnisse der Fragebögen, allerdings ist anzumerken, dass der subjektive Eindruck während der Untersuchung ein anderer war. So machten die Patienten mit einer Arthrodesse eigentlich alle einen zufrieden Eindruck, wenn auch von den Patienten ein „komisches Gefühl“ bezüglich des versteiften Gelenks artikuliert wurde. Die Arthrodesepatienten waren signifikant jünger und das wieder ermöglichte Tragen von Konfektionsschuhen wurde häufig als positiver Aspekt angeführt. Diese Patienten waren über eine kleine Verbesserung ihrer Situation sehr dankbar wohingegen einige Patienten, die eine Resektionsarthroplastik aller Zehengrundgelenke erhielten, häufig ihre Unzufriedenheit über die Fußform und auch über den stationären Aufenthalt, der nicht Gegenstand dieser Untersuchung war, bekundeten. Im Gegensatz zur Arthrodesegruppe, die die Verbesserung der Schmerzen und der Gehfähigkeit durch die Operation artikulierten, äußerte die andere Gruppe häufig ihren Unmut über nebensächliche Dinge, wie den Krankenhausaufenthalt oder das Personal betreffend. Die Operation war nicht die Ursache dafür. Für jüngere Patienten und auch mobile ältere Patienten ist eine Arthrodesse des Großzehengrundgelenks empfehlenswert, da die Großzehe so eine Funktion beim Abrollvorgang übernehmen kann und eine ästhetischere Fußform nach der Operation zu erwarten ist. Für Patienten, die vor allem einen großen Leidensdruck bezüglich des Schmerzes im Vorfußbereich haben und die durch ihre Erkrankung am gesamten Körper stark beeinträchtigt sind, ist die Resektionsarthroplastik eine sehr gute Therapie, da die weniger umfangreiche Nachbehandlung bei älteren Patienten Vorteile hat, wie dies mit zahlreichen Studien zu belegen ist.

Eine prospektiv-randomisierte Untersuchung, in der die beiden Patientenkollektive prä- und postoperativ untersucht werden, könnte Veränderungen, vor allem Verbesserungen, zu Gunsten einer Operationsmethode besser darstellen und herausarbeiten. Durch die prä- und postoperative Beurteilung der Situation eines Probanden könnten subjektive Eindrücke der Patienten in einem konkreteren Zusammenhang gesehen werden. Eine solche prospektiv-randomisierte Studie über einen längeren Zeitraum, eine Notwendigkeit einer Langzeitstudie wird empfohlen, könnte die Fragen, die sich aus dieser Studie ergeben haben, beantworten.

5 Literaturverzeichnis

1. Anderson, E.G., *The rheumatoid foot: a sideways look*. Ann Rheum Dis, 1990. **49 Suppl 2**: p. 851-7.
2. Barrett, J.P., *Plantar pressure measurements, rational shoe wear in patients with rheumatoid arthritis*. J.A.M.A., 1976. 235: p. 1138.
3. Barton, N.J., *Arthroplasty of the forefoot in rheumatoid arthritis*. J Bone Joint Surg Br, 1973. 52: p. 126-33.
4. Baskwill D., Kanat I.O., *Surgical consideration in hallux abducto valgus with rheumatoid arthritis*. J Foot Surg, 1987. 26(5): p. 429-33.
5. Beauchamp, C.G., Kirby, T., Rudge, S.R., Worthington, B.S., Nelson, J., *Fusion of the first metatarsophalangeal joint in forefoot arthroplasty*. Clin Orthop, 1984. 190: p. 249-253.
6. Beddow F.H., *Surgical management of the rheumatoid foot and ankle*. In: Surgical management of rheumatoid Arthritis: Wright, London, 1988. p. 165-181.
7. Belt, E.A., K. Kaarela, and M.J. Kauppi, *A 20-year follow-up study of subtalar changes in rheumatoid arthritis*. Scand J Rheumatol, 1997. **26**(4): p. 266-8.
8. Betts, R.P., Stockley, I., Getty, C.J.M., Rowley, D.I., Duckworth, T. and Franks, C.I., *Foot pressure studies in the assessment of the forefoot arthroplasty in the rheumatoid foot*. Foot Ankle, 1988. 8(6): p. 315-326.
9. Bitzan, P., Guirea, A., and Wanivenhaus, A., *Plantar pressure distribution after resection of the metatarsal heads in rheumatoid arthritis*. Foot Ankle Int, 1997. **18**(7): p. 391-7.
10. Borton, D.C. and M.M. Stephens, *Basal metatarsal osteotomy for hallux valgus*. J Bone Joint Surg Br, 1994. **76**(2): p. 204-209.
11. Bouysset, M. et al., *Rheumatoid flat foot and deformity of the first ray*. J Rheumatol, 2002. **29**(5): p. 903-5.
12. Brandes, M., *Zur operativen Therapie des Hallux valgus*. Zbl Chir, 1929. 56: p. 2434-2440.
13. Bruhlmann, P., G. Stucki, and B.A. Michel, *Evaluation of a German version of the physical dimension of the Health Assessment Questionnaire in patients with rheumatoid arthritis*. J Rheumatol, 1994. **21**(7): p. 1245-9.
14. Budiman-Mak, E., K.J. Conrad, and K.E. Roach, *The Foot Function Index: a measure of foot pain and disability*. J Clin Epidemiol, 1991. **44**(6): p. 561-70.

15. Burra, G., Katchis S.D., *Rheumatoid arthritis of the forefoot*. *Rheum Dis Clin North Am*, 1998. **24**(1): p. 173-80.
16. Chang, C.H., F. Miller, and J. Schuyler, *Dynamic pedobarograph in evaluation of varus und valgus foot deformities*. *J Pediatr Orthop*, 2002. **22**(6): p. 813-8.
17. Clayton M.L., *Surgery of the forefoot in rheumatoid arthritis*. *Clin Orthop*, 1960. **16**: p. 136-140
18. Costa, M., Rizak, T., Zimmermann, B., *Rheumatologic Conditions of the Foot*. *J Am Podiatr Assoc*, 2004. **94**(2): p. 177-186.
19. Coughlin, M.J., *Rheumatoid forefoot reconstruction. A long-term follow-up study*. *J Bone Joint Surg Am*, 2000. **82**(3): p. 322-41.
20. Coughlin M.J., Abdo R.V., *Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint with vitallium plate fixation*. *Foot Ankle*, 1994. **15**:p. 18-28.
21. Cracchiolo, A., 3rd, *Der Vorfuß bei Patienten mit rheumatoider Arthritis*, in *Rheumaorthopädie: Untere Extremität*, W.e., Editor. 1996, Springer. p.194-213.
22. Dimonte, P., and H. Light, *Pathomechanics, gait deviations, and treatment of the rheumatoid foot: a clinical report*. *Phys Ther*, 1982. **62**(8): p. 1148-56.
23. Duckworth, T., *Pedobarography*, in *The Foot*, B. Helal, Editor, 1988, Churchill Livingstone: Edinburgh. p. 108-130.
24. Du Vries, H.L., *Surgery of the foot*. Mosby-Year Book, St. Louis, 1959. p. 392-395
25. Dybowski W.R., *Die Resektion der Metatarsalköpfchen bei rheumatoiden Deformitäten des Vorfußes*. *Beitr Orthop*, 1968. **2**: p. 79-85.
26. Fitzgerald J.A.W., *A review of longterm results of arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint*. *J Bone Joint Surg*, 1969. **51**-B: p. 488-93.
27. Fowler, A.W., *A method of forefoot reconstruction*. *J Bone Joint Surg*, 1959. **41**-B: p. 507-513.
28. Fuhrmann, R.A., *[The treatment of rheumatoid foot deformities]*. *Orthopäde*, 2002. **31**(12): p. 1187-97.
29. Fuhrmann, R.A., Anders, J.O., *The long-term results of resection arthroplasties of the first metatarsophalangeal joint in rheumatoid arthritis*. *Int Orthop*, 2001. **25**: p. 312-316.
30. Gainor, B.J., Epstein R.G., Henstorf J.E., Olson S., *Metatarsal head resection for rheumatoid deformities of the forefoot*. *Clin Orthop*, 1988. **230**: p. 207-213.
31. Geschwend, N., *Die operative Behandlung der chronischen Polyarthritits*. Thieme, Stuttgart, 2.Auflage, 1977.

32. Göbel, D., Rothkirch von, T., Kottmair, S., Willert, H.-G., *Über die funktionelle Relevanz von Rezidivfehlstellungen der Zehen nach rheumatische Vorfußkorrektur in Abhängigkeit von der Operationstechnik.* Orthop Praxis, 1998. 34: p. 532-534.
33. Gold, R.H., Basset, L.W., *Radiologic evaluation of the rheumatic foot.* Foot Ankle, 1982. 2: p. 332-341.
34. Graham, C., *Rheumatoid forefoot metatarsal head resection without first metatarsophalangeal arthrodesis.* Foot Ankle, 1994. 15: p. 689-690.
35. Grob, D., Geschwend, N., *Langzeitergebnisse nach Vorfußkorrektur aus subjektiver Sicht.* Orthopäde, 1982. 11: p. 245-250.
36. Gröndal, Lollo M.D., Margareta Hedstrom, M.D., Ph.D., Andre Stark, M.D., Ph.D., *Arthrodesis Compared to Mayo Resektion of the First Metatarsophalangeal Joint in Total Rheumatoid Forefoot Reconstruction.* Foot & Ankle Int, 2005. 26(2): p. 135-139.
37. Gröndal, L., Stark, A., *Fusion of the first metatarsophalangeal joint, a review of techniques and considerations. Presentation of our results in 22 cases.* The Foot, 2005. 15: p. 86-90.
38. Haas, C., et al., *[Progression of foot deformities in rheumatoid arthritis--a radiologic follow-up study over 5 years].* Z Rheumatol, 1999. 58(6): p. 351-7.
39. Hämäläinen, M., *Resektionsarthroplastik am Vorfuß.* In: Writh edal (Hrsg.) Rheumaorthopädie: UE, 1996, Springer. p. 216ff.
40. Hämäläinen, M., Raunio, P., *Long Term Follow-up of Rheumatoid Forefoot Surgery.* Clin Orthop, 1997. 340: p. 34-8.
41. Hagen, F.W., Bracker, W., Hoffmann, T.F., Rosemeyer, B., Zwingers, T., *How do various operative procedures on the forefoot influence the rheumatoid foot.* In Schattenkirchner M (ed) Rheumatology 11. Karger, Basel, 1987. p. 161-172.
42. Hecht, P.J., Gibbons, M.J., Wapner, K.L., Cooke, C., Hoisington, S.A., *Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint to salvage failed silicone implant arthroplasty.* Foot Ankle Int, 1997. 18(7): p. 383-90.
43. Helal, B. and M. Greiss, *Telescoping osteotomy for pressure metatarsalgia.* J Bone Joint Surg Br, 1984. 66(2): p. 213-7.
44. Henry, A.P., W. Waugh, and H. Wood, *The use of footprints in assessing results of operations for hallux valgus. A comparison of Keller's operation und arthrodesis.* J. Bone Joint Surg, 1975. 57(4): p. 478-481.

45. Hodge, M.C., T.M. Bach, G.M. Carter, *novel Award First Prize Paper. Orthotic management of plantar pressure and pain in rheumatoid arthritis*. Clin Biomech (Bistol, Avon), 1999. **14**(8): p. 567-75.
46. Hoffmann, P., *An operation for severe grades of contracted or clawed toes*. Am J Orthop Surg, 1912. 9: p. 441-449.
47. Hohmann, G., *Über Hallux valgus und Spreizfuß, ihre Entstehung und physiologische Behandlung*. Arch Orthop Traumatol Surg, 1923. 21: p. 525-550.
48. Hueter, C., *Klinik der Gelenkkrankheiten*. F.C.W. Vogel, Leipzig, 1871. p. 338-350
49. Hughes, J., Grace, D., Clark, P., Klenerman, L., *Metatarsal head excision for rheumatoid arthritis*. Acta Orthop Scand, 1991. 62: p. 63-66.
50. Jacoby, R.K., Vidigal, E., Kirkup, J., Dixon ASTJ. *The great toe as a clinical problem in rheumatoid arthritis*. Rheum Rehab, 1976. 15: p. 143-7.
51. Jensen, M.P., et al., *The use of multiple-item scales for pain intensity measurement in chronic pain patients*. Pain, 1996. **67**(1): p. 35-40.
52. Jernberg, E.T., et al., *The posterior tibial tendon and the tarsal sinus in rheumatoid flat foot: magnetic resonance imaging of 40 feet*. J Rheumatol, 1999. **26**(2): p. 35-40.
53. Jones, S., et al., *Scarf osteotomy for hallux valgus. A prospective clinical and pedobarographic study*. J Bone Joint Surg Br, 2004. **86**(6): p. 830-836.
54. Jüsten, H.-P., Berger, W., Leeb, I., Wessinghage, D., *Langzeitergebnisse nach Metatarsalköpfchen-Resektion bei rheumatischer Vorfußdeformität*. 25. ARO-Tagung, Zürich, 1998. abstract, p. 90
55. Jüsten HP; Berger, W; Leeb, I; Pillhofer, C; Wessinghage, D: *[Long-term outcome of metatarsal head resection in rheumatoid arthritis]*. Z. Rheumatol, 2000. 59(2): p. 101-7.
56. Karbowski, A., Schwitalle, M., Eckardt, A., *Arthroplasty of the forefoot in rheumatoid arthritis: long-term results after Clayton procedure*. Acta Orthop Belg, 1998. **64**: p. 401-405.
57. Kates, A., Kessel, L., Kay, A., *Arthroplasty of the forefoot*. J Bone Joint Surg, 1967. 49-B: p. 552-557.
58. Keenan, M.A., et al., *Valgus deformities of the feet and characteristics of gait in patients who have rheumatoid arthritis*. J Bone Joint Surg Am, 1991. **73**(2): p. 237-47.
59. Keller, W.L., *The surgical treatment of bunions and hallux valgus*. N Y med J 80, 1904. p. 741-741.

60. Kernozek, T., T. Roehrs, and S. McGarvey, *Analysis of plantar loading parameters pre and post surgical intervention for hallux valgus*. Clin Biomech (Bistol, Avon), 1996. **12**(3): p. S18-S19.
61. Kerschbaumer, F., von Salomon, D., Lehr, F., *Der rheumatische Vorfuß*. Orthopäde, Springer Verlag, 1996. 25(4): p. 354-61.
62. Koch, A., *12- bis 15- Jahresergebnisse der Vorfußkorrektur nach Tillmann beim Rheumatiker*, medizinische Dissertation. Westfälische-Wilhelms Universität Münster, 1998.
63. Kranzl, A., H. Salfinger, and G., Steinböck, *Rehabilitation process after a chevron ostotomy for hallux valgus correction: A pressure distribution analysis*. Clin Biomech (Bistol, Avon), 2003. **18**: p. 19-20.
64. Krüger-Franke, M., Pfahler, M., Hagena, F.W., *Die Behandlung der rheumatischen Vorfußdeformität durch die Operation nach Lelievre*. Akt Rheumatol, 1996. 21: p. 262-266.
65. Lipscomb, P.R., *Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint for severe bunions and hallux rigidus*. Clin Orthop, 1979. 142: p. 48-54.
66. Mann, R.A., Oates, J.C., *Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint*. Foot Ankle, 1980. 1: p. 159-66.
67. Mann, R.A., Schakel M.E. 2nd., *Surgical correction of rheumatoid forefoot deformities*. Foot Ankle Int., 1995. 16(1): p.1-6.
68. Mann, R.A., Thompson, F.M., *Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint for hallux valgus in rheumatoid arthritis*. J Bone Joint Surg Am, 1984. 66(5): p. 687-92.
69. Mayo, C.H., *The surgical treatment of bunion*. Ann Surg, 1908. 48: p. 300-302.
70. McKeever, D.C., *Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint for hallux valgus, hallux rigidus and metatarsus primus varus*. J Bone Joint Surg, 1952. 34-A: p. 129-34.
71. Mc Master, M., *The natural history of the rheumatoid metacarpo-phalangeal joint*. J Bone Joint Surg, 1972. 54 B: p. 687-697.
72. Michelson, J., et al., *Foot and ankle problems in rheumatoid arthritis*. Foot Ankle Int, 1994. **15**(11): p. 608-13.
73. Miehle, R. K., *Der rheumatische Fuß - Konservative und operative Therapie*. Praktische Orthopädie, 39. Tagung des Berufsverbandes der Ärzte für Orthopädie e.V., 1998. 18: p. 181-187.
74. Miehle, R.K., Blanke, R., Stegers, M., *Die Rekonstruktion des rheumatischen Vorfußes nach Tillmann: Bericht über 100 Fälle*. Akt Rheumatol, 1987. 12: p. 34-37.

75. Minns, R.J., B. Eng, and A.D. Craxford, *Pressure under the forefoot in rheumatoid arthritis*. Clinical Orthopaedics and relates research, 1984. **187**: p. 235-242.
76. Mitchell, C.L.O., et al., *Osteotomy-bunionectomy for hallux valgus*. J Bone Joint Surg Br, 1958. **40A**: p. 41-58.
77. Moynihan, F.J., *Arthrodesis of the metatarsophalangeal joint of the great toe*. J Bone Joint Surg, 1967. 49B: p. 544-51.
78. Mulcahy, D., Daniels, T.R., Lau J.T., Boyle, E., Bogoch, E., *Rheumatoid forefoot deformity: a comparison study of 2 functional methods of reconstruction*. J Rheumatol, 2003. 30(7): p. 1440-50.
79. O'Doherty, D.P., Lowrie, I.G., Magnussen, P.A., Gregg, P.J., *The management of the painful first metatarsophalangeal joint in the older patient*. J Bone Joint Surg, 1990. 72B: p. 839-42.
80. Otter, S.J., C.J. Bowen, and A.K. Young, *Forefoot plantar pressure in rheumatoid arthritis*. J Am Podiatr Med Assoc, 2004. 94(3): p. 255-60.
81. Patsalis, T., Georgousis, H., Göpfert, S., *Long-term results of arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis*. Orthopedics, 1996. 19(5): p. 439-47.
82. Phillipson, A., Dhar, S., Linge, K., McCabe, C., Klenerman, L., *Forefoot Arthroplasty and changes in plantar pressures*. Foot Ankle Int, 1994. 15(11): p. 595-598.
83. Platto, M.J., et al., *The relationship of pain and deformity of the rheumatoid foot to gait and an index of functional ambulation*. J Rheumatol, 1991. **18**(1): p. 38-43.
84. *Pschyrembel, Klinisches Wörterbuch, 259. Auflage*. Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin New York, 2002. p. 128-129.
85. Raunio, P., *The role of non-prosthetic surgery in the treatment of rheumatoid arthritis by fusion and auto-arthroplasties*. Ann Chir Gynaecol, 1985. 74 (Suppl. 198): p. 101-2.
86. 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*. Rheum, 1987. 11: p. 173-8.
87. Rehart, S., A. Peters, F. Kerschbaumer, *[Arthrodesis of the talocalcaneal joint in adults. Indications, procedure, outcome]*. Orthopäde, 1999. **28**(9): p. 770-7.
88. Richardson, E.G., *Rheumatoid foot*. In Canale TS (ed) Campbell's operative orthopaedics, Ninth edn. Mosby, St. Louis, p.1785-1812.

89. Rockwerger, A., Lecoq, C., Curvale, G., Groulier, P., *Reconstructionarthrodesis of the first metatarsophalangeal joint iatrogenic bone defects*. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 2002. 88: p. 501-7.
90. Rosenbaum, D., *Laufbandanalyse und Druckverteilungsmessung. Die Möglichkeiten nutzen, die Grenzen kennen*. Orthopädie Schuhtechnik (Sonderheft). p. 78-82
91. Rubbert, A., *Ursprung und Diagnostik rheumatischer Erkrankungen. Was steckt hinter Rheumaknoten und Vaskulitis?* In: Fortschritte der Medizin. MMW-Fortschr. Med, 2002. Nr. 33-34, p. 22-25.
92. Sabo, D. and M. Buchner, *Die Behandlung des Hallux-valgus Syndroms mit Scarf-Ostetomie, Akin-Ostetomie und Weil-Ostetomie*. Fuß und Sprunggelenk, 2004. 2: p. 76-84.
93. Sage, R.A., Lam, A.T., Taylor, D.T., *Retrospective analysis of the first metatarsophalangeal arthrodesis*. J Foot Ankle Surg, 1997. 36: p. 425-9.
94. Salzmann, G., Safert, D., Hardt, T., *Die Korrektur der schweren Vorfußdeformität bei der chronischen Polyarthritits*. Akt Rheumatol, 1987. 12: p. 19-25.
95. Samnegard, E., I. Turan, and H. Lanshammer, *Postoperative pressure under the rheumatic feet*. J Foot Surg, 1990. 29(6): p. 593-4.
96. Samnegard, E., Turan, I., Lanshammar, PhD., *Postoperative Evaluation of Keller's Arthroplasty and Arthrodesis of the First Metatarsophalangeal Joint Using the EMED Gait Analysis System*. The Journal of Foot Surgery, 1991. 30(4): p. 373-374.
97. Schaff, P., Kirsch, D., Frey, S., Mehnert, H., *Dynamische Druckverteilungsmessungen unter der Fußsohle. Standardisierung der Pedobarographie*. Akt Endokr Stoffw, 1987. 8: p. 127-131.
98. Schmidt, Klaus, *Arthritis und Co - Wenn jedes Gelenk weh tut*. Rheuma & Co, 2.Auflage-30 000 Exemplare, 2003. p. 11-19.
99. Sharma, M., Dhanendran, M., Hutton, W.C., Corbett, M., *Changes in load bearing in the rheumatoid foot*. Ann. Rheum. Dis., 1979. 38: p. 549-552.
100. Smith, R.W., Joanis, T.L., Maxwell, P.D., *Great toe metatarsaophalangeal joint arthrodesis: a user-friendly technique*. Foot Ankle, 1992. 13(7): p. 367-77.
101. Sparmann, M., Krabbe, P., *Die Peg-in-Hole-Arthrodesese (der proximalen Interphalangealgelenke) als Ergänzung zur Tillmannschen Vorfußrekonstruktion*. Akt Rheumatol, 1996. 21: p. 257-261.
102. Stockley, I., et al., *The importance of the valgus hindfoot in forefoot surgery in rheumatoid arthritis*. J Bone Joint Surg Br, 1990. 72-B(4): p. 705-8.

103. Stockley, I., Betts, R.P., Getty, C.J., Rowley, D.I., Duckworth, T., *A prospective study of forefoot arthroplasty*. Clinical Orthop, 1989. 248: p. 213-218.
104. Stucki, G., et al., *A self-administered rheumatoid arthritis disease activity index (RADAI) for epidemiologic research. Psychometric properties and correlation with parameters of disease activity*. Arthritis Rheum, 1995. 38(6): p. 795-8.
105. Thomas, S., Kinninmonth, A.W., Kumar, C.S., *Long-term results of the modified Hoffmann procedure in the rheumatoid forefoot*. J Bone Joint Surg Am, 2005. 87(4): p. 748-52.
106. Thompson, F.R., Mc Elvenny, R.T., *Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint*. J Bone Joint Surg, 1940. 22: p. 555-8.
107. Tillmann, K., *Rheumatische Fußveränderungen*. Orthopäde, 1986. 15: p. 344-348.
108. Tillmann, K., *Surgery of the rheumatoid forefoot with special reference to the plantar approach*. Clin Orthop Relat Res, 1997. (340): p. 39-47.
109. Tillmann K, *Surgical treatment of the foot in rheumatoid arthritis*. Reconstr Surg Traumatol, 1981. 18: p. 195-204.
110. Tillmann, K., *The rheumatic foot and its treatment*. Fortschr Med, 1977. 95(26): p. 1699-1705
111. Tillmann, K., *Vorfußkorrektur*. Orthopäde, 1973. 2: p. 99-100.
112. Tillmann, K., Rüther, W., *Die Korrektur des Hallux valgus rheumaticus*. Operat Orthop Traumatol, 1993. 5: p. 24-32.
113. Tillmann, K., Rüther, W., *Die Korrektur typischer rheumatischer Deformierungen der Zehen II bis V*. Operat Orthop Traumatol, 1990. 2: p. 169-177.
114. Toolan, B.C., Hansen, S.T. Jr., *Surgery of the rheumatoid foot and ankle*. Curr Opin Rheumatol, 1998. 10(2): p. 116-9.
115. Toth, K., et al., *Foot pressure distribution in rheumatoid arthritis*. Clin Biomech (Bristol, Avon), 1999. 14: p. 552-566.
116. Tuna, H., Birtane, M., Tatekin, N., Kokino, S., *Pedobarography and its relation to radiologic erosion scores in rheumatoid arthritis*. Rheumatology Int, 2005. 26: p. 42-47
117. Turan, I., Lindgren, U., *Compression-screw arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint of the foot*. Clin Orthop, 1987. 221: p. 292-5.
118. 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, 1992. 19(10): p. 1545-50.

119. Vandeputte, G., Steenwerckx, A., Mulier, T., Peeraer, L., Dereymaeker, G., *Forefoot reconstruction in rheumatoid arthritis patients: Keller-Lelievre-Hoffmann versus arthrodesis MTP 1- Hoffmann*. Foot Ankle Int, 1999. 20(7): p. 438- 43.
120. Venning, P. and R.H. Hardy, *Sources of error in the production and measurement of standard radiographs of the foot*. Br J Radiol, 1951. 24: p. 18-26.
121. Waldecker, U., *Metatarsalgia in hallux valgus deformity: a pedobarographic analysis*. J Foot Ankle Surg, 2002. 41(5): p. 300-8.
122. Waldecker, U, *Pedographic analysis of the hallux valgus deformity*. Foot and Ankle Surgery, 2004. 10: p. 121-124.
123. Waldecker, U., *Plantar fat pad arthropathy: a cause of metatarsalgia?* J Foot Ankle Surg, 2001. 40(1): p. 21-7.
124. Wanivenhaus, A., *Operative Methoden in der orthopädischen Therapie der rheumatoiden Arthritis*. J Miner Stoffwechs, 2004. 11(1): p. 27-30.
125. Weinfeld, S.B., Schon, L.C., *Hallux metatarsophalangeal arthritis*. Clin Orthop, 1998. 349: p. 9-19.
126. Welsing, P. M.J., Van Gestel, A. M., Swinkels, H. L., Kiemenney, L. A. L. M., Van Riel, P. L. C. M., *The relationship between disease activity, joint destruction, and functional capacity over the course of rheumatoid arthritis*. Arthritis & Rheumatism, 2001. 44(9): p. 2009-2017.
127. Westhoff, G. and A. Zink, *[Help status and help prospects of severely handicapped patients with rheumatoid arthritis]*. Z Rheumatol, 2001. 60(1): p. 28-40.
128. Went, P., Jesenko, R., Stöckel, B., *Langzeitergebnisse nach Resektionsarthroplastik bei Vorfußfehlstellungen von Patienten mit rheumatoider Arthritis*. Akt Rheumatol, 1996. 21: p. 37-39.
129. Whisler, R.L., L.S. Gray, and K.V. Hackshaw, *Rheumatology, a clinical overview*. Clin Podiatr Med Surg, 2002. 19(1): p. 149-61, vii.
130. Wiener-Ogilvie, S., *The foot in rheumatoid arthritis*. The Foot, 1999. 9: p. 169-174.
131. Wolfram, U., *Der Vorfuß*. In: Thabe H (ed) Praktische Rheumaorthopädie. Chapman & Hall, London Weinheim, 1997. p. 280-308.
132. Wolfram, U., Franzmann, M., *Plantare Druckmessung am rheumatischen Vorfuß*. ARO-Tagung Wiesbaden, abstract, 1994.
133. Woodburn, J., P.S. Helliwell, *Relation between heel position and the distribution of the forefoot plantar pressures and skin callosities in rheumatoid arthritis*. Ann Rheum Dis, 1996. 55(11): p. 806-10.

134. Wülker, N., [*Arthrodesis of the metatarsophalangeal joint of the large toe*]. Orthopäde, 1996. 25(2): p. 187-93.
135. Wülker N., [*„Hallux rigidus“--a global problem?*]. Ther Umsch, 2004. 61(7): p. 413-6.
136. Yu, G.V., Shook, J.E. *Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint*. J Am Pediatr Med Assoc, 1994. 84: p. 266-80.
137. Zenger, J., Wessinghage, D., Jeggle, E., *Ergebnisse der Metatarsalköpfchenresektion bei rheumatischer Vorfußdeformität*. Orthop Praxis, 1993. 29: p. 488-491.

6 Danksagung

Mein Dank gilt Herrn Professor Dr. med. R.K. Miehle für die freundliche Überlassung des Themas.

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. rer. soc. D. Rosenbaum für die engagierte und intensive Betreuung bei der Erstellung der Arbeit.

Ein weiterer Dank gilt Herrn Dr. med. A. Hilker für die Unterstützung bei der Betreuung der rheumatischen Patienten und für seine fachliche Unterstützung.

Ebenso gilt ein Dank Frau M. Paschke, Sekretärin der Rheumaorthopädie, für die hilfsbereite Unterstützung bezüglich der Koordination der Patientenuntersuchung.

Danken möchte ich der Verwaltungsabteilung des St-Josef-Stift-Sendenhorst für die Übernahme der Kosten für die Röntgenbilder.

Für die Unterstützung bei der Vorbereitung der Patientenuntersuchung sowie deren Auswertung danke ich Herrn Dr. rer. med. A. Schmiegel.

Für die freundliche Unterstützung bei der Bildbearbeitung danke ich Frau Helga Raape, Frau Kerstin Bosch und Herrn Arne Nagel.

Besonderer Dank gilt der Firma Orthopädie Walter, Oberkochen für die Bereitstellung eines mini-emed-Druckverteilungsmesssystem.

Ein weiterer Dank gilt allen, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt haben.

7 Lebenslauf

Persönliche Daten:

Geburtsdatum: 5. September 1979

Geburtsort: Dortmund

Familienstand: ledig

Schulische Ausbildung:

1986-1990 Aplerbecker-Mark-Grundschule (Dortmund)

1990-1999 Gymnasium an der Schweizer Allee (Dortmund)

21.05.1999 Allgemeine Hochschulreife

Hochschulausbildung:

1999-2005 Zahnmedizinstudium (WWU Münster)

20.09.2000 Vorphysikum

24.09.2002 Physikum

25.07.2005 Staatsexamen

28.07.2005 Approbation als Zahnärztin

Assistenzarztausbildung:

01.09.2005- Praxis Dr. Ulrich Hansmeier
44287 Dortmund

Dortmund, den 15.11.2006

8 Anhang

8.1 Patientenaufklärung

Patientenaufklärung

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

Sie leiden an rheumatoider Arthritis. Wir möchten Sie bitten, an einer wissenschaftlichen Untersuchung zur Diagnose und Therapie von Überbelastungserscheinungen des Fußes teilzunehmen.

1. Zweck der Studie

Ziel der Studie ist es, die Wirksamkeit der Pedobarographie (=Druckverteilungsmessung unter der Fußsohle) bei der Diagnostik früherer struktureller Veränderungen zu überprüfen, damit das bei Ihnen angewandte Operationsverfahren modifiziert und vielleicht verbessert werden kann.

2. Ablauf der Studie

Im Rahmen Ihrer Betreuung durch die Rheuma-Ambulanz wird eine Barfußmessung durchgeführt. Mit Hilfe einer Druckverteilungsplattform kann die beim Gehen unter der Fußsohle auftretende Belastung gemessen werden. Es werden je Fuß fünf gültige Versuche aufgezeichnet.

3. Risiko und Nebenwirkungen

Im Rahmen der Druckverteilungsmessung sind keine Risiken und Nebenwirkungen bekannt. Zur Stellungsanalyse der Gelenke ist eine Röntgenuntersuchung nötig, bei der die üblichen projektionsradiographischen Risiken und Nebenwirkungen auftreten. Da aber lediglich die Füße geröntgt werden, sind die Risiken und Nebenwirkungen gering.

4. Vertraulichkeit

Die ärztliche Schweigepflicht bleibt gewahrt. Die Bestimmungen des Datenschutzes werden eingehalten.

5. Freiwilligkeit

Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig. Sie können Ihre Zusage jederzeit ohne Angabe von Gründen und ohne, dass Sie Nachteile befürchten müssen, zurückziehen.

6. Einverständniserklärung

Ich bin von.....über Wesen, Bedeutung und Tragweite der Untersuchung aufgeklärt worden.

- Ich bin damit einverstanden, dass meine Krankheitsdaten zu wissenschaftlichen Zwecken aufgezeichnet und anonymisiert ausgewertet werden.
- Ich habe ein Exemplar des Aufklärungsformulars zur Mitnahme erhalten.
- Ich erkläre mich bereit mit der Teilnahme an der oben beschriebenen Studie.

Datum

Unterschrift

8.2 Patienten-Anamnese- und Untersuchungsbogen

Patienten-Anamnese- und Untersuchungsbogen Code: _____												
Name: _____											Sex: _____	
Geburtsdatum: _____			Größe (cm): _____			Gewicht (kg): _____						
Straße/Ort: _____												
Tel.: _____				Untersuchungsnr.: _____				Untersuchungsdat.: _____				
Beh. Arzt: _____												
<u>I Allgemeines</u>												
RA gesichert neinO jaO												
weitere systemische Erkrankungen? neinO jaO Was? _____												
Gangschmerzen barfuss beidseits neinO jaO Gehdauer barfuss (min): _____												
Beurteilung Gangschmerz barfuss in den letzten 14 Tagen (1-10) mind./gewöhnl.												
li: _____			re: _____			Mittel li _____			re _____			
Schmerzpunkte Barfussgang												
	SG	Tarsus	MT1	MT2	MT3	MT4	MT5	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
links												
rechts												
Morgensteifigkeit neinO jaO Morgensteifigkeit (min): _____												
Beurteilung Morgensteifigkeit in den letzten 14 Tagen (1-10) mind./gewöhnl.												
li: _____			re: _____			Mittel li: _____			re: _____			
FußOP neinO jaO Was/Wann? _____												
<u>II Untersuchung Fuß</u>												
Inversion SG li/re			ok O/O			eingeschränkt O/O			kontrakt O/O			
Plantarflexion SG li/re			ok O/O			eingeschränkt O/O			kontrakt O/O			
Dorsalextension SG li/re			ok O/O			eingeschränkt O/O			kontrakt O/O			
1. Strahl li/re			ok O/O			eingeschränkt O/O			kontrakt O/O			
Lokalisation Bursen und Schwielen												
	SG	Mt1 med.	MT1	MT2	MT3	MT4	MT5	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
links												
rechts												
Schmerzpunkte Palpation												
	OSG	USG	Tarsus	S1	S2	S3	S4	S5				
links												
rechts												
Hammerzehen li IIO IIIO IVO VO re IIO IIIO IVO VO												
Krallenzehen li IIO IIIO IVO VO re IIO IIIO IVO VO												
III Zehenformel												
<ul style="list-style-type: none"> • griechisch • ägyptisch • quadratisch 												

8.3 Mielke Score

Das modifizierte Bewertungsschema nach Mielke

		Punkte
Schmerz	kein	5
	leicht/gelegentlich	4
	nach längerer Gehstrecke	3
	nach mittlerer Gehstrecke	2
	bei jedem Schritt	1
	Dauerschmerzen	0
Gehfähigkeit	uneingeschränkt	3
	leicht eingeschränkt	2
	stark eingeschränkt	1
	sehr stark eingeschränkt	0
Schuhwahl	beliebiges Schuhwerk	2
	eingeschränkte Schuhwahl	1
	Maßschuhe	0
Gehhilfen	keine	2
	einseitig	1
	beidseitig	0
Fußform	einwandfrei	2
	mit leichten Mängeln	1
	unbefriedigend	0
Zehenstand	möglich	1
	unmöglich	0
Komplikationen	keine/unerheblich	1
	schwerwiegend	0
Ergebnis	16-13 Punkte	sehr gut
	12-9 Punkte	gut
	8-5 Punkte	ausreichend
	4-0 Punkte	schlecht

8.4 FFI

Patientenfragebogen FOOT FUNKTION INDEX

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen über ihre Arthritis. Kreuzen Sie dafür bitte den Grad der Beeinträchtigung bzw. des Schmerzes auf der entsprechenden Skala an.

I Schmerz

Wie stark ist Ihr Fußschmerz (0=schmerzfrei/ 10=unerträglich)...

Ia	...maximal?	_____	
		0	10
Ib	...morgens?	_____	
		0	10
Ic	...barfuß gehend?	_____	
		0	10
Id	...barfuß stehend?	_____	
		0	10
Ie	...gehend mit Schuhen?	_____	
		0	10
If	stehend mit Schuhen?	_____	
		0	10
Ig	gehend mit Einlagen?	_____	
		0	10
Ih	stehend mit Einlagen?	_____	
		0	10
Ii	abends?	_____	
		0	10

Subscore I _____

II Beeinträchtigungen

Wie große Schwierigkeiten haben Sie (0=keine /10=unmöglich)...

Ila ...im Haus zu laufen?

0 10

Ilb ...draußen zu laufen?

0 10

Ilc 4 Häuserblöcke weit zu laufen?

0 10

Ild ...Treppen zu steigen?

0 10

Ile Treppen herab zu steigen

0 10

Ilf auf den Zehenspitzen zu stehen?

0 10

Ilg ... vom Stuhl aufzustehen?

0 10

Ilh ...Bordsteine heraufzuschreiten?

0 10

Iii ...schnell zu gehen?

0 10

Subscore II _____

III Aktivitäten

Wie viel Zeit (0=keine /10=die gesamte Zeit)...

IIIa ...verbringen Sie täglich zu Hause aufgrund Ihrer Fußprobleme?

0 10

IIIb ...verbringen Sie täglich im Bett aufgrund Ihrer Fußprobleme?

0 10

IIIc ... sind Ihre Aktivitäten täglich reduziert aufgrund Ihrer Fußprobleme?

0 10

III d ...benutzen Sie täglich Hilfsmittel im haus?

0 10

IIIe ...benutzen Sie täglich Hilfsmittel außerhalb des Hauses?

0 10

Subscore III _____

8.5 HAQ

HEALTH ASSESSMENT QUESTIONNAIRE-G

Wir würden gerne erfahren, wie Ihre Erkrankung Ihre Funktionsfähigkeit im Alltag beeinflusst. Bitte kreuzen Sie diejenige Antwort an, die am besten Ihre üblichen Fähigkeiten der letzten Woche beschreibt.

	<i>ohne jede Schwierigkeit</i>	<i>mit einiger Schwierigkeit</i>	<i>mit großer Schwierigkeit</i>	<i>nicht in der Lage</i>
I Ankleiden und Körperpflege Können Sie...				
01. sich selber ankleiden, Kleider zuknöpfen und Schuhe zubinden?	0	1	2	3
02. Ihre Haare waschen?	0	1	2	3
II Aufstehen Können Sie...				
03. von einem Stuhl ohne Armlehne aufstehen?	0	1	2	3
04. ins Bett gehen und aufstehen?	0	1	2	3
III Essen Können Sie...				
05. das Fleisch mit dem Messer schneiden?	0	1	2	3
06. ein gefülltes Glas zum Mund führen?	0	1	2	3
07. einen Tetrapack öffnen?	0	1	2	3
IV Gehen Können Sie...				
08. auf ebener Straße gehen?	0	1	2	3
09. Treppen steigen?	0	1	2	3

Bitte kreuzen Sie die Hilfsgeräte an, die Sie üblicherweise zur Verrichtung der Tätigkeiten in den Fragen 01.-09. benutzen:

- | | | |
|---------------------------------------------------------------------------|----|------|
| • Hilfsgeräte zum Anziehen
(Reißverschluß, verlängerte
Schuhlöffel) | ja | nein |
| • Spezialstuhl oder orthopädischer Stuhl | ja | nein |
| • Stock | ja | nein |
| • Krücken | ja | nein |
| • Rollstuhl | ja | nein |
| • andere, _____ | ja | nein |

Bitte kreuzen Sie Bereiche an, in denen Sie normalerweise Hilfe von anderen Personen benötigen!

- | | | |
|-------------|----|------|
| • Ankleiden | ja | nein |
| • Aufstehen | ja | nein |
| • Essen | ja | nein |
| • Gehen | ja | nein |

	<i>ohne jede Schwierigkeit</i>	<i>mit einiger Schwierigkeit</i>	<i>mit großer Schwierigkeit</i>	<i>nicht in der Lage</i>
IV Körperpflege <i>Können Sie...</i>				
10. <i>sich ganz waschen und abtrocknen?</i>	0	1	2	3
11. <i>ein Vollbad nehmen?</i>	0	1	2	3
12. <i>auf die Toilette gehen?</i>	0	1	2	3
V Heben <i>Können Sie...</i>				
13. <i>einen 2 kg schweren (z.B. Sack mit Kartoffeln) Gegenstand über Kopfhöhe heben bzw. herunternehmen?</i>	0	1	2	3
14. <i>sich bücken, um ein Kleidungsstück vom Fußboden aufzuheben?</i>	0	1	2	3
VII Greifen und Öffnen <i>Können Sie...</i>				
15. <i>eine Autotür öffnen?</i>	0	1	2	3
16. <i>ein Konfitüreglas öffnen, welches schon einmal geöffnet war?</i>	0	1	2	3
17. <i>einen Wasserhahn auf- und zudrehen?</i>	0	1	2	3
VIII andere Tätigkeiten <i>Können Sie...</i>				
18. <i>einkaufen gehen?</i>	0	1	2	3
19. <i>in ein Auto ein- und aussteigen?</i>	0	1	2	3
20. <i>Haushaltsarbeiten (z.B. Staubsaugen) oder Gartenarbeiten verrichten?</i>	0	1	2	3

Bitte kreuzen Sie die Hilfsgeräte an, die Sie üblicherweise zur Verrichtung der Tätigkeiten in den Fragen 10.-20. benutzen:

- | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|------|
| • erhöhter Toilettensitz | ja | nein |
| • Sitz für die Badewanne | ja | nein |
| • Geräte zum Öffnen von Konserven/
Gläsern, die vorher schon geöffnet waren | ja | nein |
| • Geländer an der Badewanne | ja | nein |
| • langstielige Geräte zum Erreichen
von Gegenständen | ja | nein |
| • verlängerte Griffe in Sanitärräumen | ja | nein |
| • andere, _____ | ja | nein |

Bitte kreuzen Sie Bereiche an, in denen Sie normalerweise Hilfe von anderen Personen benötigen!

- | | | |
|----------------------|----|------|
| • Körperpflege | ja | nein |
| • Heben | ja | nein |
| • Greifen und Öffnen | ja | nein |
| • Aktivitäten | ja | nein |

8.6 RADAI

Patientenfragebogen RADAI

Name: _____ Untersuchungsdatum: _____ Geburtsdatum: _____

BITTE BEANTWORTEN SIE DIESE FRAGEN ÜBER IHRE ARTHRITIS:

- 01.** Wie aktiv war Ihre Arthritis (entzündlich Gelenkerkrankung) **im allgemeinen** während der **letzten sechs Monate**?

Kreuzen Sie bitte den Grad der Aktivität auf der unterstehenden Skala an:

Überhaupt nicht aktiv **extrem aktiv**

- 02.** Wie aktiv ist Ihre Arthritis **heute** bezüglich **Druckempfindlichkeit und Schwellung der Gelenke**?

Kreuzen Sie bitte den Grad der Aktivität auf der unterstehenden Skala an:

Überhaupt nicht aktiv **extrem aktiv**

- 03.** Wie stark ist Ihr **Arthritis-Schmerz heute**?

Kreuzen Sie bitte den Schweregrad Ihrer Arthritis-Schmerzen an.

Keine Schmerzen **unerträgliche Schmerzen**

- 04.** Waren Ihre Gelenke steif, als Sie heute morgen aufwachten?

nein

ja, wenn ja, wie lange dauerte diese Steifigkeit **heute** morgen?

Bitte die Dauer der Steifigkeit ankreuzen:

weniger als 30 Minuten

30 Minuten bis 1 Stunde

1-2 Stunden

2-4 Stunden

mehr als 4 Stunden

den ganzen Tag

05. Bitte kreuzen Sie in der untenstehenden Tabelle für **jedes** aufgeführte Gelenke die **Stärke des heutigen Schmerzes** an (Kein Schmerz= kein)

Linke Seite

	Kein	Leicht	Mittelstark	stark
Schulter				
Ellenbogen				
Handgelenk				
Fingergelenke				
Hüfte				
Knie				
Fußgelenk				
Zehngelenk				

Rechte Seite

	Kein	Leicht	Mittelstark	stark
Schulter				
Ellenbogen				
Handgelenk				
Fingergelenke				
Hüfte				
Knie				
Fußgelenk				
Zehngelenk				