

# Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie

## Herausgeber

U. Stöckle, Tübingen  
D. C. Wirtz, Bonn

## Rubrikherausgeber

R. Hoffmann, Frankfurt/Main  
R. Windhager, Graz  
[CME-Refresher](#)  
D. Depeweg, Heidelberg  
K. Dragowsky, Berlin  
B. Moradi, Heidelberg  
M. Münzberg, Ludwigshafen  
[Junges Forum](#)  
T. Mittlmeier, Rostock  
H. Windhagen, Hannover  
[Für Sie gelesen](#)

## Orthopädie und Unfallchirurgie aktuell

B. Epping (BE), Tübingen

## Redaktion/Editorial Office

F. Stuby, Tübingen  
S. Aberle, Stuttgart

## Beirat

G. Adam, Hamburg  
M. Amling, Hamburg  
A. Baltzer, Düsseldorf  
G. Bauer, Stuttgart  
F. Baumgaertel, Koblenz  
A. Bernau, Tübingen  
N. Böhler, Linz  
B. Bouillon, Köln  
F. Bonnaire, Dresden  
J. Bruns, Hamburg  
V. Bühren, Murnau  
H.-R. Casser, Mainz  
L. Claes, Ulm  
A. Dávid, Wuppertal  
C. Disselhorst-Klug, Aachen  
K. Dreinhöfer, Berlin  
A. Eckardt, Münchenstein  
C. Eingartner, Bad Mergentheim  
A. Ekkernkamp, Greifswald  
M. Engelhardt, Osnabrück  
W. Ertel, Berlin  
P. Eysel, Köln  
R. Forst, Erlangen  
D. Frank, Leverkusen  
S. Fuchs-Winkelmann, Marburg  
R. A. Fuhrmann, Eisenberg  
F. Gebhard, Ulm  
G. Germann, Heidelberg  
G. Gosheger, Münster

S. Götte, Unterhaching  
R. Gradinger, München  
R. Graf, Stolzalpe  
J. Grifka, Bad Abbach  
F. Grill, Wien  
P. A. Grützner, Ludwigshafen  
K. P. Günther, Dresden  
N. P. Haas, Berlin  
F.-W. Hagena, Bad Oeynhausen  
M. P. Hahn, Bremen  
C.-C. Hasler, Basel  
J. Hassenpflug, Kiel  
A. Hedtmann, Hamburg  
W. Hein, Halle  
K.-D. Heller, Braunschweig  
P. Hertel, Berlin  
R. D. Hilgers, Aachen  
C. Hopf, Kiel  
V. Jansson, München  
J. Jerosch, Neuss  
C. Josten, Leipzig  
C. Jürgens, Hamburg  
F. Kandziora, Frankfurt/Main  
F. Kerschbaumer, Frankfurt/Main  
H. Kienapfel, Berlin  
P. Kirschner, Mainz  
S. Klima, Leipzig  
D. Kohn, Homburg/Saar  
H.-R. Kortmann, Duisburg  
J. Krämer, Bochum  
R. Krauspe, Düsseldorf  
M. Krismer, Innsbruck  
U. Lanz, München  
L. Lidgren, Lund  
U. Liener, Stuttgart  
H. Lill, Hannover  
F. Löer, Essen  
M. Loew, Heidelberg  
E. Ludolph, Düsseldorf  
A. K. Martini, Heidelberg  
I. Marzi, Frankfurt/Main  
F. Maurer, Ravensburg  
E. Mayr, Augsburg  
N. M. Meenen, Hamburg  
R. Meffert, Würzburg  
H. Merk, Greifswald  
W. Mittelmeier, Rostock  
C. A. Müller, Karlsruhe  
G. Neff, Berlin  
M. Nerlich, Regensburg  
E. Neugebauer, Köln  
H.-W. Neumann, Magdeburg  
F. U. Niethard, Aachen  
U. Obertacke, Mannheim  
H.-J. Oestern, Celle  
D. Pennig, Köln  
C. Perka, Berlin  
K. M. Peters, Nümbrecht  
T. Pohlemann, Homburg/Saar

M. J. Raschke, Münster  
H. Reichel, Ulm  
H. Reilmann, Braunschweig  
P. M. Rommens, Mainz  
J.-D. Rompe, Grünstadt  
S. Ruchholtz, Marburg  
J. M. Rueger, Hamburg  
W. Rütther, Hamburg  
H.-P. Scharf, Mannheim  
W. Schlickewei, Freiburg  
F. Schröter, Kassel  
W. Schultz, Göttingen  
N. Schwenger, Tübingen  
H. Siebert, Schwäbisch Hall  
G. Spahn, Eisenach  
H. Stürz, Gießen  
J. Sturm, Detmold  
N. Südkamp, Freiburg  
B. Swoboda, Erlangen  
H. J. ten Duis, Groningen  
F. Thielemann, Villingen-Schwenningen  
K. Trieb, Wels  
C. Tschauner, Stolzalpe  
P.-U. Tunn, Berlin  
C. Ulrich, Göppingen  
R.-A. Venbrocks, Eisenberg  
R. Volkmann, Bad Hersfeld  
G. von Salis-Soglio, Leipzig  
M. Wagner, Mainz  
A.-M. Weinberg, Graz  
K. Weise, Tübingen  
K. Wenda, Wiesbaden  
A. Wentzensen, Ludwigshafen  
H. H. Wetz, Münster  
E. Wiedemann, München  
A. Wild, Augsburg  
S. Winckler, Magdeburg  
J. Windolf, Düsseldorf  
K. H. Winker, Erfurt  
R. H. Wittenberg, Herten  
N. Wülker, Tübingen  
J. Zacher, Berlin  
H. Zwipp, Dresden

## Sonderdruck

149. Band 2011  
© Georg Thieme Verlag KG  
Stuttgart · New York  
Nachdruck nur mit  
Genehmigung des Verlags

## Verlag

**Georg Thieme Verlag KG**  
Rüdigerstraße 14  
70469 Stuttgart  
Postfach 30 11 20  
70451 Stuttgart

# Funktionelles Outcome der Cheilektomie in der Behandlung des Hallux rigidus

## Functional Outcome of Cheilectomy for the Treatment of Hallux Rigidus

### Autoren

B. Wagenmann<sup>1</sup>, R. Schuh<sup>1,2</sup>, H.-J. J. Trnka<sup>1</sup>

### Institute

<sup>1</sup> Fusszentrum Wien, Österreich

<sup>2</sup> Universitätsklinik für Orthopädie, Medizinische Universität Innsbruck, Österreich

### Schlüsselwörter

- Hallux rigidus
- Cheilektomie
- Pedobarografie
- retrospektive Studie
- ROM

### Key words

- hallux rigidus
- cheilectomy
- pedobarography
- retrospective study
- ROM

### Bibliografie

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1240819>  
 Online-publiziert 8.3.2010  
 Z Orthop Unfall 2011; 149:  
 395–401 © Georg Thieme  
 Verlag KG Stuttgart · New York ·  
 ISSN 1864-6697

### Korrespondenzadresse

**Dr. Reinhard Schuh**  
 Universitätsklinik für Orthopädie  
 Medizinische Universität  
 Innsbruck  
 Anichstraße 35  
 6020 Innsbruck  
 Österreich  
 Tel.: + 43/(0)650/463 59 83  
 Fax: + 43/(0)26 43/26 30  
 reinhard.schuh@uki.at

### Zusammenfassung

**Fragestellung:** Die Cheilektomie wird als Operationsverfahren bei Hallux rigidus angewandt und hat die Schmerzzreduktion und Verbesserung der Funktion zum Ziel. Die Ergebnisse anhand klinisch funktioneller und pedobarografischer Parameter sowie die subjektive Beurteilung seitens der Patienten waren Inhalt dieser Untersuchung.

**Methode:** In dieser retrospektiven Studie wurden 44 Patienten (52 Füße) nach Cheilektomie untersucht. Das Durchschnittsalter betrug 60,1 Jahre (range: 41–79), das durchschnittliche Follow-up 14,9 Monate (range: 6–40). Es wurden die subjektive Patientenzufriedenheit, der AOFAS-Score und der ROM des MTP 1 erhoben sowie dynamische Messungen der plantaren Druckverteilung durchgeführt.

**Ergebnisse:** 27 Patienten waren mit dem Operationsergebnis sehr zufrieden, 10 Patienten zeigten sich zufrieden. Im untersuchten Kollektiv stieg der AOFAS-Score von insgesamt 35 Punkten präoperativ auf 88 Punkte postoperativ. Die Messdaten der Pedobarografie zeigten im Vergleich zu den nicht operierten Füßen keinen signifikanten Unterschied.

**Schlussfolgerung:** Die Cheilektomie stellt ein geeignetes Operationsverfahren bei Hallux rigidus dar, mit dem eine hohe Patientenzufriedenheit und ein gutes funktionelles Ergebnis erzielt werden können. Die pedobarografischen Analysen zeigen, dass dem pathologisch veränderten Abrollverhalten über den lateralen Fußrand mittels Cheilektomie Abhilfe geschaffen werden kann und die Großzehe wieder aktiv im Gangzyklus Verwendung findet.

### Abstract

**Introduction:** Cheilectomy is performed as treatment for hallux rigidus. Its aim is the relief of pain and improvement of function. Previous pedobarographic studies have revealed that osteoarthritis of the first metatarsophalangeal joint leads to a lateralisation of peak forces during the stance phase of gait. This occurs since the big toe does not participate in push-off in a sufficient way. The results concerning functional outcome as well as subjective patient satisfaction were assessed in the present study. Plantar pressure distribution analysis was used in order to investigate functional outcome in a biomechanically objective way.

**Patients and Method:** In this retrospective study 44 patients (52 feet) who underwent cheilectomy for the treatment of hallux rigidus were examined. There were 30 women and 14 men with a mean age of 60.1 years (range: 41–79). The average follow-up was 14.9 months (range: 6–40). The assessment included a four-stage subjective satisfaction rating scale, the American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) metatarsophalangeal-interphalangeal score and first metatarsophalangeal joint (MTP) range of motion (ROM) measurements. In addition, dynamic plantar pressure distribution measurements were performed using the EMED system (Novel GmbH, Munich). The parameters maximum force (N), peak pressure (kPa), contact area (cm<sup>2</sup>), contact time (msec) and impulse (N × sec) were calculated for the geometric regions of interest great toe, second toe, first metatarsal head, second metatarsal head and total object. Statistical analysis was performed using paired student's t-test and level of significance was set at alpha < 0.05.

**Results:** 27 patients have been very satisfied with the operation, for 10 patients the result of the operation has been satisfactory. The mean AOFAS score increased statistically significant from 35 points presurgery to 88 points postsurgery. First

## Einleitung

Die Cheilektomie stellt ein Operationsverfahren zur Behandlung von Hallux rigidus dar. Das Ziel dieses Verfahrens ist zum einen die Schmerzbeseitigung und zum anderen die Erweiterung des eingeschränkten Bewegungsumfanges des 1. Metatarsophalangealgelenks (MTP 1). Die durch degenerative Veränderungen im Sinne einer Osteoarthrose hervorgerufene Bewegungseinschränkung des MTP 1 zeigt sich besonders in einer Abrollbehinderung [20]. Der Begriff der Cheilektomie wurde erstmals 1959 von DuVries erwähnt und seitdem von zahlreichen Autoren beschrieben [6]. Dieses Operationsverfahren stellt eine relativ geringe Belastung für den Patienten dar und es besteht die Möglichkeit eines späteren Folgeeingriffs [8,11,15,19]. Mann berichtete 1979 in einer Studie mit 20 Patienten und einem Follow-up von 67,6 Monaten über die hohe Patientenzufriedenheit [18]. Etliche Studien zeigten die verbesserte Beweglichkeit im MTP-1-Gelenk sowie die verbesserte Range of Motion postoperativ [7,8,10]. Nawoczenski beschrieb in einer Studie von 2008 die Cheilektomie als geeignetes Verfahren zur Wiederherstellung einer symmetrischen Fußdruckverteilung und zu einer Verbesserung der Dorsalflexion im MTP-1-Gelenk [22,23]. Indikation stellt das radiologische Stadium nach Regnauld Grad I–II, wobei sich in Grad I eine minimale Verschmälerung des Gelenkspalts mit minimal vergrößerten Sesambeinen zeigt, und sich in Grad II das Gelenk mit einer sub-

MTP ROM increased from 18.1° before surgery to 49.1° at follow-up. Isolated dorsiflexion increased from 21.4° to 34.1° ( $p = 0.0009$ ) and isolated plantar flexion was 15.8° presurgery and 16.9° at follow-up ( $p = 0.214$ ). Plantar pressure analysis revealed no significant difference between the foot that was operated and the non-operated foot for any region of interest or pedobarographic parameter

**Conclusion:** Cheilectomy represents a reliable technique for hallux rigidus that can achieve good results in patient satisfaction and functional outcome. Since the resection of osteophytes improves kinematics of the first MTP joint the technique of cheilectomy may help to restore physiological gait patterns. This is represented by the pedobarographic results of the present study. In fact, they revealed a plantar pressure distribution that is reconstructed to a satisfactory extent, showing that the big toe is reintegrated into a physiological gait pattern.

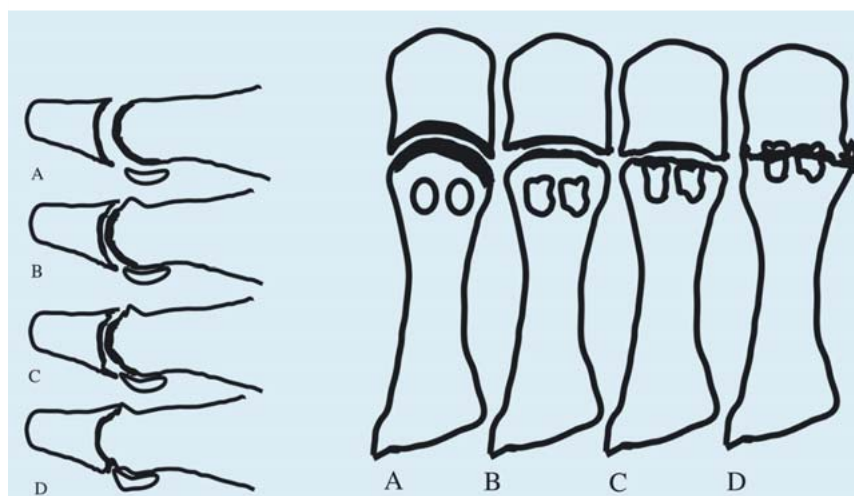
chondralen Sklerose präsentiert, weiters ist eine allgemeine Gelenkspaltverschmälerung erkennbar mit hypertrophierten subartikulären Knochen und Sesambeinen [26] (Abb. 1).

Das Ziel der vorliegenden Studie ist es, mittelfristige funktionelle Ergebnisse der Cheilektomie zur Behandlung des Hallux rigidus zu untersuchen. Die Resultate sollen anhand subjektiver Parameter wie der Patientenzufriedenheit sowie objektiver Parameter wie dem American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) Score und dem Bewegungsumfang des MTP 1 evaluiert werden. Zusätzlich findet zur Erhebung des funktionellen Ergebnisses die Messung der dynamischen plantaren Druckverteilung Anwendung. Diese stellt ein objektivierbares biomechanisches Messverfahren dar [24].

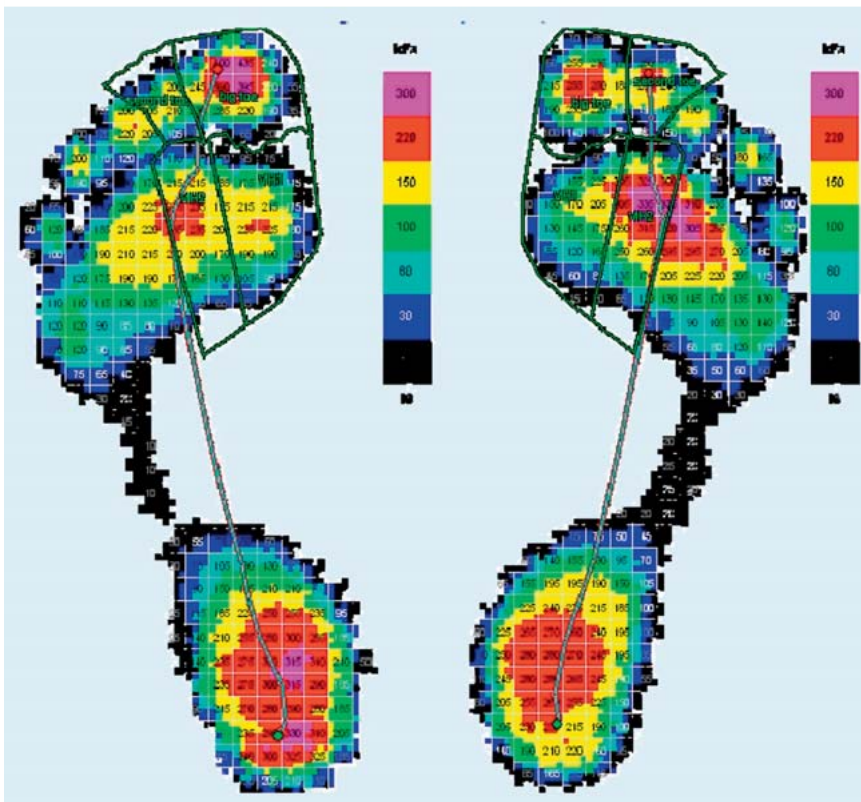
## Patienten und Methode

### Patienten

In dieser retrospektiven Studie wurden zwischen Januar 2004 und November 2006 44 Patienten (52 Füße) von ein und demselben Operateur einer Cheilektomie unterzogen. Im Patientenkollektiv befanden sich 30 Frauen und 14 Männer, wobei das Durchschnittsalter bei 60,1 Jahren (41–79) lag und das durchschnittliche Follow-up 14,9 Monate (6–40) betrug. Die Indikation zur Operation ist durch mehrere Kriterien gegeben. Eine für den Pa-



**Abb. 1** Schematische Darstellung der degenerativen Veränderungen im Rahmen des Hallux rigidus, eingeteilt nach den Regnauld-Stadien: A stellt ein normales MTP-1-Gelenk dar und B–D zeigen die Veränderungen korrespondierend den Regnauld-Stadien 1–3.



**Abb. 2** Pedobarografie, Regionen: gesamter Fuß (total object), Hallux (big toe), Digitus 2 (second toe), metatarsal head I (MH1), metatarsal head II (MH2).

tienten vorrangige Indikation stellt der Schmerz dar, welcher besonders durch einen Midrange-Schmerz gekennzeichnet ist. Ein weiterer Faktor zum Entschluss zur Cheilektomie als Operationsverfahren ist das Ausmaß der Range of Motion bis zu einem ROM von  $> 10^\circ$ , wobei bei einem schmerzhaften ROM  $< 10^\circ$  eine MTP-Arthrodesis anzustreben ist. Des Weiteren sind die radiologischen Kriterien nach Regnaud-Stadium I–II mit einzubeziehen. Grad I zeigt eine minimale Verschmälerung des Gelenkspalts sowie minimal vergrößerte Sesambeine und eine verringerte Konvexität des MTP-Gelenks, ohne degenerative Veränderungen aufzuweisen. In Grad II ist sowohl eine allgemeine Gelenkspaltverschmälerung erkennbar als auch ein irregulär abgeflachtes Köpfchen sowie hypertrophierte subartikuläre Knochen und Sesambeine. Ebenso findet sich eine subchondrale Sklerosierung. Die Indikation einer Cheilektomie ist nicht altersabhängig, da sie für den Patienten eine Chanceoperation darstellt und einen Folgeeingriff zulässt.

### Operationstechnik

Die Operation wird in Regionalanästhesie in Form eines Knöchelblocks durchgeführt. Der Zugang erfolgt über einen ca. 5 cm langen, dorsalen Hautschnitt und wird über dem Kopf und dem Schaft des 1. Metatarsale geführt. In weiterer Folge wird die Strecksehne des M. extensor hallucis longus aufgesucht, lateral mobilisiert und retrahiert.

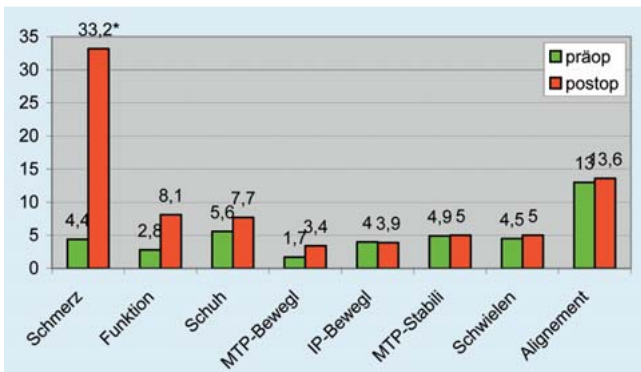
Mittels longitudinaler Inzision erfolgt die Kapseleröffnung und Inspektion des Gelenks.

Mediale und laterale Osteophyten werden abgetragen und nötigenfalls eine Synovektomie durchgeführt. In Folge werden dorsal  $\frac{1}{3}$  bis zu  $\frac{1}{4}$  des MTP-I-Köpfchens und der dorsale Osteophyt der proximalen Phalanx mittels eines Klingenmeißels abgeschlagen. Das Ausmaß der Resektion beträgt zumindest  $\frac{1}{3}$  des Mittelfußknochens oder die Grenze zu pathologischem Knorpel. Das Resek-

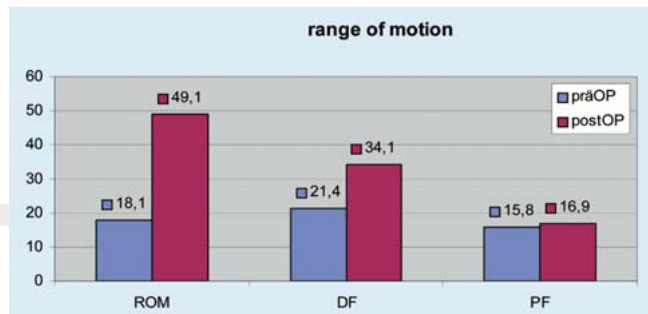
tionsausmaß richtet sich individuell nach der Knochenproliferation, dem Ausmaß der zerstörten Knorpeloberfläche sowie dem Bewegungsumfang bei der Dorsalflexion. Es ist sorgfältig darauf zu achten, nicht zu aggressiv Substanz zu entfernen, da dies zu einer MTP-Instabilität sowie zur Subluxation führen kann [11]. Das Ziel ist, eine Dorsalflexion von  $60^\circ$ – $90^\circ$  im Grundgelenk zu erreichen. Die Sesambeine werden nicht mobilisiert. Falls intraoperativ der gewünschte Bewegungsumfang der Dorsalflexion von  $60^\circ$ – $90^\circ$  nicht erreicht werden kann, besteht grundsätzlich die Möglichkeit einer anschließenden Moberg-Osteotomie. Da wir in unserer Studie ein einheitliches Kollektiv anstreben, wurde an diesen Patienten keine Moberg-Osteotomie durchgeführt. Danach erfolgt der Kapselverschluss und anschließend der Hautverschluss mit nicht resorbierbarem Nahtmaterial. Zur Wundversorgung wird eine weiche, elastische Binde unter leichtem Druck angelegt. Ab dem 2. postoperativen Tag erhält der Patient ein Pflaster. Die Nahtentfernung erfolgt 2 Wochen postoperativ. Eine Schwellung über dem MTP-Gelenk kann über einige Monate postoperativ anhalten.

### Nachbehandlung

Die Nachbehandlung erfolgt unter sofortiger Belastung mit einem normalen Straßenschuh. Die Art der Wundversorgung in Kombination mit regelmäßiger Kryotherapie zur Abschwellung ermöglicht das Tragen eines normalen, etwas weiter geschnittenen Straßenschuhs. Ab dem 5. postoperativen Tag ist eine passive Bewegung durch den Patienten indiziert. Um die Rehabilitation zu optimieren, wird ab der 2. Woche postoperativ eine Physiotherapie empfohlen. Maßnahmen wie die Mobilisierung, eine Gangschulung oder die Technik der Spiraldynamik sind möglich. Die Gangschulung verhilft dem Patienten zu einem normalen Gangbild, da präoperativ durch Schmerz und die Arthrose meist ein Abrollen über den lateralen Fußrand erfolgt. Weiters kommt das



**Abb. 3** Die Resultate der Subkategorien des AOFAS-Scores präoperativ und postoperativ (\*  $p < 0,005$ ).



**Abb. 4** Resultate der ROM (range of motion), der DF (Dorsalflexion) und der PF (Plantarflexion).

Verfahren der Spiraldynamik zum Einsatz. Spiraldynamik ist ein dreidimensionales, dynamisches und systematisches Bewegungs- und Therapiekonzept, welches auf dem Grundprinzip der dreidimensionalen spiralförmigen Verschraubung basiert. Der Patient erlernt Kräftigungsübungen für die intrinsische Fußmuskulatur und erhält dadurch guten Bodenkontakt.

### Klinische Untersuchung

Im Rahmen der klinischen Untersuchung wurden mit dem AOFAS-Forefoot-Metatarsophalangeal-Interphalangeal-Score nach Kitakawa et al. Schmerz, Funktion, Beweglichkeit im MTP- und IP-Gelenk, Fußform, Stabilität und Schwielenbildung des 1. MTP-Gelenks sowie Einschränkung bezüglich des Schuhwerks erfasst [14]. Der Bewegungsumfang des MTP 1 wurde mit der Neutral-Null-Methode explizit erhoben, wobei die Werte mithilfe eines Winkelmessgeräts gemäß den Richtlinien der AOFAS ermittelt wurden. Zur Erhebung der subjektiven Ergebnisse wurde jeder Patient nach der Zufriedenheit mit dem Eingriff befragt, wobei die Optionen sehr zufriedenstellend, zufriedenstellend, befriedigend und nicht zufriedenstellend zur Verfügung standen.

### Pedobarografie

Die pedobarografische Messung erfolgte mittels des emed-at® Systems der Firma Novel Ges.m.b.H. München, einer Druckmessplatte, die mit 2 Sensoren/cm<sup>2</sup> dynamische Druckbelastungen der Fußsohle während des Gangzyklus misst.

Es wurden pro Fuß 5 Messungen durchgeführt, wobei der Patient barfuß mit möglichst normaler Geschwindigkeit über die Platte ging (emed/D Software, Novel GmbH, München). Anschließend wurden die Messungen gemittelt. Durch die Software wurde der Fuß in 5 Regions of Interest unterteilt (Abb. 2). Für diese Bereiche wurden Kraftmaximum in Newton, Spitzendruck in Kilopascal, Kontaktfläche in cm<sup>2</sup>, Kontaktzeit in ms sowie Impuls in Newton mal Sekunde berechnet [5, 27].

### Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mittels des Software- und Tabellenkalkulationsprogramms MS Excel 2000 for Windows XP (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA). Zum Vergleich zweier Mittelwerte einer gepaarten Stichprobe wurde der t-Test durchgeführt, wobei das Signifikanzniveau als  $p < 0,05$  festgelegt wurde.

### Ergebnisse

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung gaben 27 Patienten an, mit dem Ergebnis sehr zufrieden zu sein. Zehn Patienten waren mit dem Operationsergebnis zufrieden, 6 Patienten fanden das Ergebnis befriedigend. Ein Patient gab an, mit dem Ergebnis nicht zufrieden zu sein.

Der AOFAS-Score erfuhr durch den Eingriff eine Steigerung von 35 Punkten präoperativ auf 88 Punkte ( $p = 1,445$ ) postoperativ. Der AOFAS-Schmerzscore, welcher separat beurteilt wurde, konnte eine Steigerung von 4,4 präoperativ auf 33,2 postoperativ ( $p = 0,046$ ) erreichen. Die Subkategorie der Funktion im Sinne einer Tätigkeitsbeeinträchtigung stieg von präoperativ durchschnittlich 2,8 Punkte auf 8,1 Punkte postoperativ ( $p = 0,051$ ) bei einem möglichen Maximum von 10 Punkten. Bezüglich des Schuhwerks konnten postoperativ 7,7 Punkte erreicht werden, präoperativ 5,6 Punkte ( $p = 0,062$ ). Die MTP-Beweglichkeit steigerte sich auf 3,4 Punkte postoperativ von 1,7 Punkten durchschnittlich präoperativ ( $p = 0,054$ ) bei einem möglichen Punkte-maximum von 10. Die Beweglichkeit im IP-Gelenk im Sinne der Plantarflexion lag präoperativ bei 4,0 Punkten und postoperativ bei 3,9 Punkten ( $p = 0,597$ ).

Die MTP-IP-Stabilität belief sich zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung auf 5,0 Punkte, präoperativ auf 4,9 Punkte ( $p = 0,322$ ). Im Bezug auf eine mediale Schwielenbildung bei Hallux fand sich präoperativ ein Wert von 4,5 Punkten, im Vergleich postoperativ ein Wert von 5,0 Punkten ( $p = 0,094$ ). Das Alignment bzw. die Fußform konnten postoperativ durchschnittlich 13,6 Punkte erlangen und präoperativ 13,0 Punkte ( $p = 0,279$ ), bei einem zu erreichenden Punkte-maximum von 15 (Abb. 3).

Der Bewegungsumfang des MTP 1 stieg signifikant von 18,1° präoperativ auf 49,1° postoperativ ( $p = 1,390$ ), in der Dorsalflexion von durchschnittlich 21,4° präoperativ auf 34,1° postoperativ ( $p = 0,0009$ ), die Plantarflexion durchschnittlich von 15,8° auf 16,9° postoperativ ( $p = 0,214$ ) (Abb. 4, Tab. 2).

Die Resultate der pedobarografischen Messungen sind in Tab. 1 dargestellt. Die maximale Kraft zeigte für den gesamten Fuß annähernd gleiche Messungen. Im Bereich der Großzehe waren die Messungen am operierten Fuß etwas niedriger als die des nicht operierten. Der Befund zeigte keine statistische Signifikanz ( $p = 0,107$ ).

Im Bereich des gesamten Fußes waren die Spitzendrucke annähernd gleich, es kam zu keiner signifikanten Abnahme am operierten Fuß ( $p = 0,512$ ).

Im Bereich des 2. Os metatarsale kam es zu unwesentlichen Änderungen betreffend der Druckgipfel zwischen operiertem und

**Tab. 1** Resultate der pedobarografischen Analysen. Es wurden der operierte Fuß und der nicht operierte Fuß betreffend der einzelnen Parameter mittels t-Test verglichen.

	Spitzendruck (Kilopascal)	Kraftmaximum (Newton)	Kontaktfläche (cm <sup>2</sup> )	Kontaktzeit (Millisekunden)	Impuls (N*s)
Großzehe					
▶ Op	331,0 ± 229,7	107,6 ± 61,4	10,0 ± 2,3	498,1 ± 168,4	25,2 ± 19,8
▶ Non-op	413,6 ± 199,2	130,6 ± 58,1	10,5 ± 4,3	545,8 ± 175,5	31,7 ± 16,9
▶ p-value	0,107	0,107	0,381	0,243	0,136
gesamter Fuß					
▶ Op	533,1 ± 174,1	809,1 ± 164,7	128,5 ± 21,0	899,7 ± 186,1	489,4 ± 138,9
▶ Non-op	560,0 ± 172,7	808,8 ± 169,5	129,3 ± 21,4	885,2 ± 138,4	499,8 ± 146,9
▶ p-value	0,512	0,995	0,878	0,709	0,756
1. Metatarsalköpfchen					
▶ Op	224,4 ± 77,5	138,9 ± 56,8	12,1 ± 2,4	612,0 ± 104,9	47,0 ± 23,2
▶ Non-op	274,7 ± 152,7	151,7 ± 70,4	12,4 ± 2,6	634,7 ± 114,8	52,1 ± 29,0
▶ p-value	0,082	0,400	0,607	0,384	0,411
2. Metatarsalköpfchen					
▶ Op	390,4 ± 136,9	176,4 ± 52,9	10,1 ± 1,6	662,4 ± 106,9	65,0 ± 24,7
▶ Non-op	403,2 ± 129,4	182,8 ± 42,4	10,4 ± 1,7	680,6 ± 125,4	68,8 ± 25,5
▶ p-value	0,684	0,577	0,498	0,507	0,519
2. Zehe					
▶ Op	189,5 ± 75,0	37,6 ± 19,2	4,3 ± 1,2	492,9 ± 130,8	9,3 ± 5,5
▶ Non-op	171,9 ± 79,4	31,3 ± 15,6	4,0 ± 1,0	493,9 ± 127,2	8,2 ± 4,9
▶ p-value	0,337	0,135	0,241	0,974	0,398

nicht operiertem Fuß ( $p = 0,684$ ). Die Kontaktfläche des gesamten Fußes zeigte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung zwischen dem operierten und dem nicht operierten Fuß annähernd gleiche Werte ( $p = 0,878$ ). Im Bereich der Großzehe und des 1. Metatarsale gab es marginale Unterschiede ( $p = 0,381/p = 0,607$ ). Ebenso waren die Messungen am Metatarsale II und an der 2. Zehe statistisch nicht signifikant ( $p = 0,498/p = 0,241$ ). Die Werte der Kontaktzeit im Bereich der Großzehe waren ebenfalls nicht statistisch signifikant ( $p = 0,243$ ). Bezüglich des Impulses zeigte sich eine leichte Abnahme der Werte im Vergleich zu der nicht operierten Seite, trotzdem war auch hier sowohl an der Großzehe ( $p = 0,136$ ) als auch unter dem 1. Metatarsale ( $p = 0,411$ ) kein signifikanter Unterschied feststellbar.

## Diskussion

Die Cheilektomie wird als Operationsverfahren bei Hallux rigidus respektive bei Arthrose des Metatarsophalangeal-I-Gelenks angewandt und hat die Schmerzreduktion und Verbesserung der Funktion zum Ziel. Die Ergebnisse anhand klinisch funktioneller und pedobarografischer Parameter sowie die subjektive Beurteilung seitens der Patienten waren Inhalt dieser Untersuchung. Die Frage nach der Operationszufriedenheit wurde von 27 Patienten als sehr zufriedenstellend, von 10 als zufriedenstellend und von 6 Patienten als befriedigend beurteilt. Ein Patient war mit dem Ergebnis subjektiv nicht zufrieden, da er angab, unter Restbeschwerden zu leiden, obwohl die objektiven Ergebnisse der Pedobarografie und die der Auswertung des AOFAS-Scores gute Ergebnisse zeigten. Diese Ergebnisse sind mit anderen Arbeiten, welche dieses Operationsverfahren in Bezug auf die Patientenzufriedenheit untersuchten, vergleichbar [2–4, 7–11, 15, 19, 22]. Feltham beschreibt in seiner Studie eine Zufriedenheit von 78% in seiner Probandengruppe und sagt aus, dass sich die Patienten aufgrund dieses Ergebnisses wieder diesem Eingriff unterziehen würden [8]. Easley fand in einer Studie mit 68 Füßen und einem Follow-up von 5 Jahren eine Zufriedenheit von 90% nach Cheilektomie [7].

**Tab. 2** AOFAS-Score im Vergleich prä- und postoperativ bei einem zu erreichenden Punktemaximum von 100.

	Maximum	präop.	postop.	p-Wert
Gesamt	100	35	88	1,445
1. Schmerzint.	40	4,4	33,2	0,046
2. Tätigkeit	10	2,8	8,1	0,051
3. Schuhwerk	10	5,6	7,7	0,062
4. MTP-Bewegl.	10	1,7	3,4	0,054
5. IP-Bewegl.	5	4,0	3,9	0,597
6. MTP-IP-Stab.	5	4,9	5,0	0,322
7. Schwielen	5	4,5	5,0	0,094
8. Fußform	15	13,0	13,6	0,279

1. Schmerzintensität, 2. Tätigkeitsbeeinträchtigung, 3. Schuhwerk, 4. MTP-Beweglichkeit, 5. IP-Beweglichkeit, 6. MTP-IP-Stabilität, 7. Schwielenbildung, 8. Fußform

Mackay berichtet von einer Zufriedenheit von 94% bei Patienten mit Hallux rigidus Grad I [17]. Pontell schreibt 1988 eine Studie über die retrospektive Analyse der chirurgischen Therapie bei Hallux rigidus und ist der Meinung, dass sich die Cheilektomie gut für eine Grad-I-Deformität eignet [25].

Der AOFAS-Metatarsophalangeal-Interphalangeal-Score verbesserte sich bei den Patienten in dieser Untersuchungsreihe von 35 Punkten vor der Operation auf 88 Punkte nach der Operation bei einem Follow-up von 14,9 Monaten. Autoren wie Keiserman, Feltham et al. berichten ebenso über eine Zunahme des AOFAS-Scores postoperativ nach Cheilektomie [8, 13].

Die Funktion des Fußes, im Sinne einer Tätigkeitsbeeinträchtigung, konnte ebenfalls gute Ergebnisse erzielen [7, 8, 12, 13, 15, 28]. Diese war präoperativ durch Schmerz und die eingeschränkte Beweglichkeit im 1. Metatarsophalangealgelenk deutlich beeinflusst. Durch die eingeschränkte Dorsalflexion kam es zu einem Schuhkonflikt. Diese Subkategorie des AOFAS-Score stieg von durchschnittlich 5,6 auf 7,7 Punkte.

Die Subkategorie der MTP-Beweglichkeit erzielte postoperativ einen Durchschnitt von 3,4 Punkten im Vergleich zu einem Punktwert von 1,7 präoperativ. Schmerz ist eines der Haupt-

symptome einer Hallux-rigidus-Deformität. Schmerzen sind für den Patienten häufig der Grund zur Entscheidung für eine Operation. Durch die eingeschränkte Dorsalflexion, bedingt durch die Arthrose und eventuell vorhandene Osteophyten, und durch eine Synovitis wird der Schmerz verursacht [7,9,22].

Die Reduktion der Schmerzen ermöglicht dem Patienten postoperativ somit auch eine Funktionsverbesserung. Daher ist nebst der Korrektur der Gelenkdeformität auch die Beseitigung des Schmerzes ein Ziel der Operation. In dieser Arbeit lag der Durchschnittswert präoperativ bei 4,4 Punkten, was einem starken Schmerz, im Sinne eines Dauerschmerzes, entspricht. Postoperativ konnte sich der Wert auf 33,2 Punkte steigern, ein Wert, welcher annähernd einer Schmerzfreiheit entspricht.

Die Resultate des AOFAS-Schmerzscores belegen, dass es nach dem Eingriff zu einer deutlichen Verbesserung der Symptomatik kommt. Diese Aussage belegen Autoren in ihren Arbeiten, wenn sie von postoperativer Schmerzerleichterung berichten [7,12,15,28].

Die Dorsalflexion in dieser Untersuchungsreihe betrug postoperativ durchschnittlich 34,1° (Range 10–80°) und die Plantarflexion 16,9° (Range 5–40°). Gould und Easley zeigten auf, dass die Beweglichkeit im MTP-Gelenk nach Cheilektomie signifikant besser war [7,10]. Easley berichtet in seiner Arbeit von einer durchschnittlichen Dorsalflexion postoperativ von 39° [7]. Mann et al. erreichten in ihrer Studie mit einem Follow-up von 68 Monaten eine durchschnittliche Dorsalflexion von 30°, Nawoczenski findet einen signifikanten Anstieg von 12° der Dorsalflexion im 1. MT-Gelenk [19,23]. Berteema kommt in seiner Arbeit zu unterschiedlichen Ergebnissen bei Grad-I- und Grad-II-operierten Patienten. Er gibt eine durchschnittliche Dorsalflexion von 47° bei Grad I und durchschnittlich 41° bei Grad II postoperativ an [1].

Ein Ziel der Operation ist, neben der Korrektur der Gelenkdeformität, die Wiederherstellung der Funktion im 1. Metatarsophalangealgelenk. Die Großzehe soll im Gangzyklus wieder Verwendung finden. Da die plantare Fußdruckmessung sich bereits in der Literatur als gute Methode in der prä- und postoperativen Diagnostik bei Cheilektomie bewiesen hat, soll der positive Effekt dieses Operationsverfahrens gezeigt werden [21,22,27]. Die pedobarografischen Analysen der vorliegenden Studie zeigen, dass dem pathologisch veränderten Abrollverhalten über den lateralen Fußrand mittels Cheilektomie Abhilfe geschaffen werden kann und die Großzehe wieder aktiv im Gangzyklus Verwendung findet.

Mulier und Nawoczenski berichten über eine Verbesserung der plantaren Druckverteilung nach Cheilektomie [22,23]. Mulier untersuchte den Effekt der Cheilektomie an Athleten mit Grad I und Grad II Hallux rigidus. Postoperative dynamische Fußdruckmessungen zeigten signifikante Änderungen der Druckgipfel unter dem 1. Metatarsophalangealköpfchen und der Großzehe [22]. Zwei Studien demonstrierten eine Verlagerung der Druckverteilung von lateral nach medial [22,27].

2001 untersuchten Lau et al. in ihrer Studie die Cheilektomie als Operationsverfahren bei Hallux rigidus und verwendeten zur Nachuntersuchung unter anderem die dynamische Fußdruckmessung. Die Messungen nach Cheilektomie zeigten, dass sich die Druckwerte postoperativ annähernd denen von nicht operierten Füßen glichen. Er empfiehlt dieses OP-Verfahren als geeignete Methode zur Schmerzreduktion und Verbesserung der Funktion bei moderatem Hallux rigidus [15].

Nawoczenski findet in seiner Arbeit mit einem 2-Jahres-Follow-up nach Cheilektomie eine symmetrische Fußdruckverteilung. Präoperativ hatten die symptomatischen Füße durchschnittlich

niedrigere Druckwerte, verglichen mit dem asymptomatischen Fuß. Er ist der Meinung, dass die eingeschränkte Dorsalflexion und der damit verbundene Schmerz Grund für die Gewichtsverlagerung auf die laterale Fußseite präoperativ sind [23].

Einen Schwachpunkt der vorliegenden Studie stellt das Fehlen präoperativer Daten der Fußdruckmessung dar, welche zu einem Vergleich herangezogen werden könnten. Dies ist durch den retrospektiven Charakter der Studie bedingt.

## Schlussfolgerung

In der Untersuchungsreihe konnte gezeigt werden, dass die Cheilektomie ein geeignetes Operationsverfahren bei Hallux rigidus sowohl hinsichtlich objektiver funktioneller Parameter als auch subjektiver Beurteilung seitens des Patienten darstellt. Die pedobarografischen Analysen zeigten, dass dem pathologisch veränderten Abrollverhalten über den lateralen Fußrand mittels der Cheilektomie Abhilfe geschaffen werden konnte und die Großzehe wieder aktiv im Gangzyklus Verwendung fand.

**Interessenkonflikt:** Nein

## Literatur

- 1 Beertema W, Draijer W, van Os J et al. A retrospective analysis of surgical treatment in patients with symptomatic Hallux rigidus: long-term follow-up. *J Foot Ankle Surg* 2006; 45: 244–251
- 2 Coughlin MJ, Shurnas PS. Hallux rigidus: demographics, etiology, and radiographic assessment. *Foot Ankle Int* 2003; 24: 731–743
- 3 Coughlin MJ, Shurnas PS. Hallux rigidus: grading and long-term results of operative treatment. *J Bone Joint Surg [Am]* 2003; 85: 2072–2088
- 4 Coughlin MJ, Shurnas PS. Hallux rigidus. *J Bone Joint Surg [Am]* 2004; 86 (Suppl. 1/2): 119–130
- 5 Czurda T, Seidl S, Seiser AS et al. Die Triple-Arthrodesis in der Therapie degenerativer Rückfußfehlstellungen: Klinische, radiologische und pedobarografische Resultate. *Z Orthop Unfall* 2009; 147: 356–361
- 6 DuVries HV. *Surgery of the foot*. St. Louis, MO: Mosby Year Book; 1959
- 7 Easley ME, Davis WH, Anderson RB. Intermediate to long-term follow-up of medial-approach dorsal cheilectomy for Hallux rigidus. *Foot Ankle Int* 1999; 3: 147–152
- 8 Feltham GT, Hanks SE, Marcus RE. Age-based outcomes of cheilectomy for the treatment of Hallux rigidus. *Foot Ankle Int* 2001; 3: 192–197
- 9 Geldwert JJ, Rock GD, McGrath MP et al. Cheilectomy: still a useful technique for grade I and grade II Hallux limitus/rigidus. *J Foot Surg* 1992; 2: 154–159
- 10 Gould N. Hallux rigidus: cheilotomy or implant? *Foot Ankle* 1981; 6: 315–320
- 11 Hatstrup SL, Johnson KA. Subjective results of Hallux rigidus following treatment with cheilectomy. *Clin Orthop Relat Res* 1988; 226: 182–191
- 12 Heller WA, Brage ME. The effects of cheilectomy on dorsiflexion of the first metatarsophalangeal joint. *Foot Ankle Int* 1997; 12: 803–808
- 13 Keiserman LS, Sammarco VJ, Sammarco GJ. Surgical treatment of the Hallux rigidus. *Foot Ankle Clinics* 2005; 10: 15–36
- 14 Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS et al. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int* 1994; 15: 349–353
- 15 Lau JT, Daniels TR. Outcomes following cheilectomy and interpositional arthroplasty in Hallux rigidus. *Foot Ankle Int* 2001; 22: 462–470
- 16 Lippert H. *Lehrbuch Anatomie*. 5. Aufl. München, Jena: Urban & Fischer; 2000
- 17 Mackay DC, Blyth M, Rymaszewski LA. The role of cheilectomy in the treatment of Hallux rigidus. *J Foot Ankle Surg* 1997; 5: 337–340
- 18 Mann RA, Coughlin MJ, DuVries HL. Hallux rigidus: a review of the literature and a method of treatment. *Clin Orthop Relat Res* 1979; 142: 57–63
- 19 Mann RA, Clanton TO. Hallux rigidus: treatment by cheilectomy. *J Bone Joint Surg [Am]* 1988; 70: 400–406
- 20 McMaster MJ. The pathogenesis of Hallux rigidus. *J Bone Joint Surg [Br]* 1978; 60: 82–87

- 21 *Dimitrios M, Accles W, Pappas A et al.* Dynamic pedobarography (DPB) in operative management of cavovarus foot deformity. *Foot Ankle Int* 2000; 11: 935–947
- 22 *Mulier T, Steenwerckx A, Thienpont E et al.* Results after cheilectomy in athletes with Hallux rigidus. *Foot Ankle Int* 1999; 4: 232–237
- 23 *Nawoczenski DA, Ketz J, Baumhauer JF.* Dynamic kinematic and plantar pressure changes following cheilectomy for HR: a mid-term followup. *Foot and Ankle Int* 2008; 27: 265–272
- 24 *Orlin M, McPoil TG.* Plantar pressure assessment. *Phys Ther* 2000; 80: 399–409
- 25 *Pontell D, Gudas CJ.* Retrospective analysis of surgical treatment of Hallux rigidus/limitus: clinical and radiographic follow-up of hinged, silastic implant arthroplasty and cheilectomy. *J Foot Surg* 1988; 6: 503–510
- 26 *Regnault B.* The foot: pathology, aetiology, semiology, clinical investigation and treatment. Edited and translated by R. Elson. Berlin: Springer; 1986: 335–350
- 27 *Schuh R, Hofstaetter SG, Kristen KH et al.* Einfluss von Physiotherapie auf die Funktionsverbesserung nach Hallux-valgus-Operationen – eine prospektive pedobarografische Studie. *Z Orthop Unfall* 2008; 146: 630–635
- 28 *Stokes IAF, Hutton WC, Stott JRR et al.* Forces under the Hallux valgus foot before and after surgery. *Clin Orthop Relat Res* 1979; 142: 64–71
- 29 *Vanore JV, Corey SV.* Hallux limitus, rigidus, and metatarso-phalangeal joint arthrosis. In: Marcinko DE, ed. *Comprehensive textbook of Hallux abducto valgus reconstruction*. St. Louis: Mosby Year Book; 1992: 209–240

