

Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie

Herausgeber

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

Rubrikherausgeber

R. Hoffmann, Frankfurt/Main
R. Windhager, Wien
[CME-Refresher](#)

D. Depeweg, Heidelberg
M. Münzberg, Ludwigshafen
B. Moradi, Heidelberg
M. Perl, Ulm
[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

M. Amling, Hamburg
A. Baltzer, Düsseldorf
G. Bauer, Stuttgart
F. Baumgaertel, Koblenz
N. Böhler, Linz
F. Bonnaire, Dresden
B. Bouillon, Köln
J. Bruns, Hamburg
V. Bühren, Murnau
H.-R. Casser, Mainz
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, Bad Neustadt/Saale

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, München
M. P. Hahn, Bremen
J. Hassenpflug, Kiel
A. Hedtmann, Hamburg
K.-D. Heller, Braunschweig
P. Hertel, Berlin
C. Hopf, Kiel
A. Imhoff, München
V. Jansson, München
J. Jerosch, Neuss
C. Josten, Leipzig
C. Jürgens, Hamburg
F. Kandziora, Frankfurt/Main
H. Kienapfel, Berlin
B. Kladny, Herzogenaurach
S. Klima, Leipzig
D. Kohn, Homburg/Saar
D. P. König, Viersen
R. Krauspe, Düsseldorf
M. Krismer, Innsbruck
U. Lanz, München
U. Liener, Stuttgart
H. Lill, Hannover
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
M. Nerlich, Regensburg
E. Neugebauer, Köln
F. U. Niethard, Aachen
U. Obertacke, Mannheim
D. Pennig, Köln
C. Perka, Berlin
K. M. Peters, Nümbrecht
T. Pohlemann, Homburg/Saar

M. J. Raschke, Münster
H. Reichel, Ulm
P. M. Rommens, Mainz
J.-D. Rompe, Grünstadt
S. Ruchholtz, Marburg
M. Rudert, Würzburg
J. M. Rueger, Hamburg
W. Rütther, Hamburg
H.-P. Scharf, Mannheim
W. Schlickewei, Freiburg
F. Schröter, Kassel
W. Schultz, Göttingen
H. Siebert, Schwäbisch Hall
G. Spahn, Eisenach
N. Südkamp, Freiburg
B. Swoboda, Erlangen
F. Thielemann, Villingen-Schwenningen
K. Trieb, Wels
C. Tschauer, Stolzalpe
P.-U. Tunn, Berlin
C. Ulrich, Göppingen
R. Volkmann, Bad Hersfeld
M. Wagner, Mainz
A.-M. Weinberg, Graz
K. Weise, Tübingen
K. Wenda, Wiesbaden
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

150. Band 2012

© 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

Modifizierte Chevron-Osteotomie mit lateralem Release und Schraubenfixation zur Behandlung der schweren Hallux-valgus-Deformität

Modified Chevron Osteotomy with Lateral Release and Screw Fixation for Treatment of Severe Hallux Deformity

Autoren

S. G. Hofstaetter¹, R. Schuh², K. Trieb¹, H. J. Trnka³

Institute

¹ Abteilung für Orthopädie, Klinikum Wels-Grieskirchen, Wels, Österreich

² Abteilung für Orthopädie, Medizinische Universität Wien, Wien, Österreich

³ Orthopädie, Fusszentrum Wien, Wien, Österreich

Schlüsselwörter

- Spreizfuß
- Chevron
- Metatarsale
- Osteotomie

Key words

- splay foot
- Chevron
- metatarsal
- osteotomy

Zusammenfassung



Hintergrund: Diese prospektive Studie untersucht die klinischen und radiologischen Ergebnisse der Chevron-Osteotomie mit Schraubenfixation und distalem Weichteilrelease bis zu einem Intermetatarsalwinkel von 19°. Weiters sollen die Ergebnisse bei Patienten über dem 70. Lebensjahr präsentiert werden, und ob es in diesen Patientengruppen zu einer erhöhten Komplikationsrate kommt.

Material und Methode: 86 Füße von Patienten zwischen 23 und 81 Jahren konnten in die Studie eingeschlossen werden. Neben der Gesamtgruppe wurden die Gruppe mit einem Intermetatarsalwinkel von 16° bis 19° sowie die Patientengruppe über 70 Jahre evaluiert. Sie wurden sowohl präoperativ als auch beim Follow-up nach durchschnittlich 3,3 Jahren mit dem American Orthopaedic Foot and Ankle Society Score evaluiert.

Ergebnisse: Der AOFAS-Score zeigte eine signifikante Verbesserung von 55 Punkten präoperativ auf 90 Punkte bei der Nachuntersuchung. Der präoperative Hallux-valgus-Winkel wurde signifikant von 32° auf 5° und der präoperative Intermetatarsalwinkel signifikant von 14° auf 6° verringert. Die Patientenzufriedenheit der Gesamtgruppe war in 92% sehr gut und gut. Auch die Patientengruppe von 16–19° und die Patienten über 70 Jahre zeigten eine signifikante Verbesserung der klinischen und radiologischen Parameter. Die Komplikationsrate war in allen Gruppen sehr gering.

Schlussfolgerung: Die Resultate zeigen, dass die Chevron-Osteotomie eine sehr gute und komplikationsarme Operation zur Korrektur bei Spreizfuß mit Hallux-valgus-Deformität ist. Wir konnten zeigen, dass durch die modifizierte Technik mit einem längeren plantaren Schenkel, einer ausgedehnten Weichteiltechnik und durch die Schraubenfixation die Indikation bis zu einem Intermetatarsalwinkel von 19° ausgedehnt wer-

Abstract



Background: This prospective study examined the clinical and radiological results of the Chevron osteotomy with screw fixation and distal soft tissue release up to an intermetatarsal angle of 19°. Furthermore, the results are presented for patients over the age of 70 years, and whether or not there is a higher complication rate.

Material and Methods: 86 feet of patients between 23 and 81 years were included in the study. Apart from the overall group, a group with an intermetatarsal angle of 16° to 19° and a group of patients over 70 years old were evaluated. They were evaluated preoperatively and at follow-up after an average of 3.3 years according to the American Orthopaedic Foot and Ankle Society score.

Results: The AOFAS score showed a significant improvement from 55 points preoperatively to 90 points at follow-up. The preoperative hallux valgus angle decreased significantly from 32° to 5° and the preoperative intermetatarsal angle decreased from 14° to 6°. Patient satisfaction in the overall group was rated in 92% as excellent or good. Also, the patient group with 16° to 19° angles and the patients over 70 years showed a significant improvement of clinical and radiological parameters. The complication rate was very low in all groups.

Conclusion: The results show that the Chevron osteotomy is a very good surgical technique with few complications for the correction of splay foot with hallux valgus deformity. We showed that by using the modified technique with a long plantar arm, an excessive soft tissue release and screw fixation, the indication can be extended up to an intermetatarsal angle of 19° when using screw fixation. Furthermore the patients over 70 years of age showed a significant improvement of clinical and radiological parameters without serious

Bibliografie

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0032-1327933>
 Z Orthop Unfall 2012; 150:
 594–600 © Georg Thieme
 Verlag KG Stuttgart · New York ·
 ISSN 1864-6697

Korrespondenzadresse

Dr. Stefan Gerhard Hofstaetter
 Abteilung für Orthopädie
 Klinikum Wels-Grieskirchen
 Grieskirchnerstrasse 42
 4600 Wels
 Österreich
 Tel.: + 43/7242/415-93552
 Fax: + 43/7242/415 3938
 stefanhofstaetter@gmx.at

den kann. Weiters zeigte auch die Patientengruppe über 70 Jahre eine signifikante Verbesserung der klinischen und radiologischen Parameter ohne schwere Komplikationen wie Köpfchenverkipfung oder avaskuläre Nekrose.

Einleitung

Die schmerzhafte Hallux-valgus-Deformität ist ein häufiges orthopädisches Problem, welches bevorzugt bei Frauen vorkommt [1, 2]. Austin et al. [3] beschrieben in über 1200 Fällen eine V-förmige Verschiebungsosteotomie zur Behandlung des geringen bis mittleren Spreizfuß mit Hallux-valgus-Deformität. Durch geringe Modifikationen zählt sie heute zu den weitverbreiteten und akzeptierten Operationen [3–6].

Die Osteotomie nach Chevron wird laut US-amerikanischen Autoren [7–9] bei leichten bis mäßigen Fehlstellungen (ein Patientenalter unter 60 Jahren, einem Intermetatarsalwinkel $< 15^\circ$ und einem Hallux-valgus-Winkel $< 30^\circ$) eingesetzt. Verschiedenste Fixationsmethoden wie temporäre Bohrdrähte, resorbierbare Stifte, Staples, Kleinfragmentplatten und Schrauben wurden in den letzten Jahren mit unterschiedlichen Komplikationen beschrieben und auch zur Anwendung gebracht [10–13]. Studien über die temporäre Bohrdrahtfixation zeigten aufgrund einer unzureichenden Fixation eine in bis zu 10% der Fälle abgeglittene Fehlstellung des Metatarsalköpfchens [12, 14]. Weitere Komplikationen mit Bohrdrahtfixation sind Weichteilirritationen (23%) und ein verspäteter knöcherner Durchbau (2,5%) [12]. Bioresorbierbare Stifte/Schrauben bzw. Staples weisen gute klinische Ergebnisse auf, sind jedoch nur bis zu einem Alter von 50 Jahren empfohlen und weisen zudem einen höheren Kostenaufwand auf [15, 16]. Der Senior Author (HJT) sieht die Vorteile der Schraubenfixation darin, dass die Kompression die Knochenheilung verkürzt, eine stabile Osteosynthese vorliegt und die routinemäßige Materialentfernung entfällt, wie es beispielsweise bei der temporären Bohrdrahttransfixation notwendig ist [17]. Biomechanische Untersuchungen kamen zu dem Ergebnis, dass die knöcherne Frakturheilung nach 4 Wochen bereits so weit fortgeschritten ist, dass annähernd normale Steifheitswerte vorliegen [18]. Ein Verkippen des Metatarsalköpfchens (distalen Fragments) bei der Chevron-Osteotomie nach der 4. Woche sollte somit nicht möglich sein. Voraussetzung hierbei ist jedoch eine gute Knochenqualität. Ziel dieser Arbeit ist es, die Ergebnisse dieser prospektiven Studie anhand klinischer und radiologischer Parameter zu analysieren und vor allem darauf zu achten ob es zu Köpfchenverkippen oder Korrekturverlusten gekommen war, und in welchem Prozentsatz die Schraube wegen Irritation wieder entfernt werden musste. Von besonderem Interesse war auch, ob

complications such as avascular necrosis or dislocation of the metatarsal head.

der verringerte Nachbehandlungszeitraum mit dem Hallux-Schuh (OFA Bamberg, Deutschland) von 4 Wochen zu Ergebnissen führt, welche von jenen der aktuellen Literatur divergieren. Weiters sollen die Ergebnisse der Patienten mit einem intermetatarsalen Winkel von $\leq 15^\circ$ und $16\text{--}19^\circ$ präsentiert werden, sowie die Ergebnisse der Patienten über und unter dem 70. Lebensjahr. In der Patientengruppe 70–81 Jahre war der Nachbehandlungszeitraum mit dem Hallux-Schuh 6 Wochen, in der Patientengruppe 23–69 Jahren 4 Wochen.

Material und Methoden

In dieser prospektiven Studie bekamen 107 Füße eine Chevron-Osteotomie mit Schraubenfixation und eine distale Weichteiltechnik im 1. Intermetatarsalraum. 86 Füße von 61 Patienten (59 weiblich, 2 männlich) wurden in diese Studie inkludiert und nachuntersucht. Elf Füße (Patienten) wurden noch mit Bohrdraht fixiert, weitere 3 Patienten (4 Füße) hatten zusätzlich eine Rückfußoperation (FDL-Sehnentransfer). Krankheitsbedingt konnten 3 Patienten (6 Füße) nicht an der Nachuntersuchung teilnehmen. Diese 21 Füße wurden wegen der Ausschlusskriterien nicht für die statistische Auswertung herangezogen. Wir verwendeten bei allen Patienten die Bold Schraube (® Integra Lifesciences Corporation, New Deal, S. A.). Neun Metatarsalia wurden wegen Metatarsalgie und subluxiertem MTP-Gelenk mit einer zusätzlichen Weil-Osteotomie operiert (8-mal das Metatarsale II und 1-mal das Metatarsale II und III). Acht Köpfchenresektionen der proximalen Phalanx (5 am 2. Zeh, 1 am 2., 3. und 4. Zeh) wurden wegen Hammerzehdeformitäten durchgeführt. Alle Patienten gaben ihre freiwillige schriftliche Zustimmung zur Beteiligung an der Studie.

Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum betrug $3,3 \pm 0,7$ Jahre. Das Durchschnittsalter der 2 Männer und 59 Frauen zum Zeitpunkt der Operation war 53 Jahre (23–81 Jahre). Unsere Indikationen zur Chevron-Osteotomie waren der geringe bis schwere Spreizfuß mit Hallux-valgus-Deformität bei einem intermetatarsalen (IM)-Winkel $\leq 19^\circ$, Schuhkonflikt und Schmerzen trotz konservativer Behandlung. 19 Füße hatten einen Intermetatarsalwinkel, welcher zwischen 16 und 19° lag. In dieser Gruppe war das Durchschnittsalter 50 Jahre (43–61 Jahre). Diese Gruppe hatte ein breites Metatarsalköpfchen, welches eine stärkere Lateralverschiebung erlaubt. Einen Überblick über die Demografie gibt **Tab. 1**.

Präoperativ und bei der Nachuntersuchung wurden alle Patienten nach dem AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society) Forefoot-Metatarsophalangeal-Interphalangeal-Score ausgewertet. Dieser Score von Kitaoka et al. [19] erfasst im Vergleich zu vielen anderen Scores subjektive und objektive Faktoren mittels Punktwert, um die Funktion, die Beweglichkeit der Zehe, die Fußform und den Schmerz zu beschreiben. Zusätzlich wurde die subjektive Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis mit sehr gut, gut, befriedigend oder nicht zufrieden evaluiert.

Tab. 1 Übersicht über die Demografie.

Demografische und operative Daten von 86 Füßen bei 61 Patienten	durchschnittliche Wert		Bereich
	mit Standardabweichung		
Alter bei Operation in Jahren	52,6	SD 12	23–81
Nachuntersuchungszeitpunkt in Jahren	3,3	SD 0,7	1,3–4,8
Größe in cm	166,3	SD 6,9	155–188
Körpergewicht in kg	70,2	SD 12,9	50–108
Verschiebung der Osteomie in mm	6,7	SD 1,2	3–9





Abb. 1 a bis d a Präoperatives dorsoplantares Röntgenbild einer 48-jährigen Patientin mit schmerzhaftem Hallux valgus, einem präoperativen IM-Winkel von 17°, HV-Winkel von 40°. b Verschiebung um die halbe Schaftbreite des 1. Strahles und Fixierung mit der Bold-Schraube. c Schräges postoperatives Bild. Beachte den längeren plantaren Schenkel. d Radiologisches Bild nach Schraubenentfernung. 2,5 Jahre nach der Chevron-Osteotomie besteht ein IM-Winkel von 9° und ein HV-Winkel von 8°.

Radiologische Beurteilung

Um die Korrektur des HV-Winkels und des IM-Winkels messen zu können, wurde präoperativ, postoperativ und bei der Nachuntersuchung in dorsoplantar stehender und schräger Einstellung eine Röntgenaufnahme angefertigt (Abb. 1). Der Bewegungsumfang des MTP-I-Gelenks, der IM-Winkel und der HV-Winkel wurden mittels eines anatomischen Winkelmessers gemäß den Richtlinien der AOFAS vermessen. Die Referenzlinie für die IM-Winkelbestimmung führt durch das Zentrum des metatarsalen Kopfes sowie durch das Zentrum der Basis des Metarsale I [19]. Die Sesamoidposition wurde nach Smith et al. [20] bestimmt. Die Referenzlinie für den Sesambeinluxationsgrad führt durch das Zentrum des metatarsalen Kopfes sowie durch das Zentrum der Basis des Metarsale I (Abb. 2).

Als statistisches Testverfahren wurde der Wilcoxon Signed Rank-Test verwendet. Ein p-Wert unter 0,05 wurde als signifikant gewertet. Sämtliche statistische Berechnungen wurden mit der Graph PadPrism Software 4.0 durchgeführt (Firma: GraphPad Software).

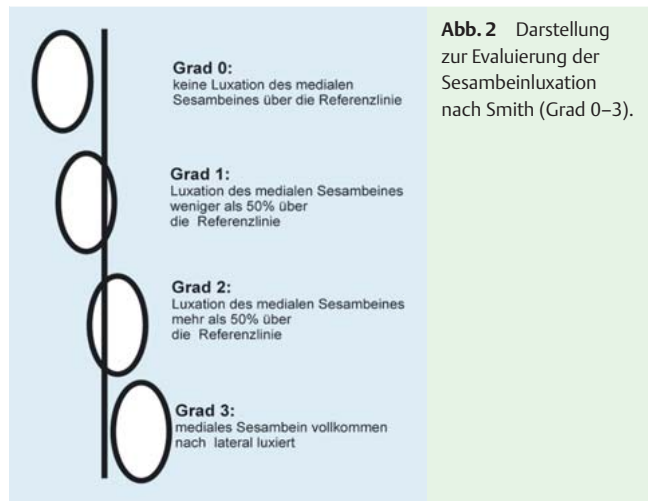


Abb. 2 Darstellung zur Evaluierung der Sesambeinluxation nach Smith (Grad 0–3).

Operative Technik

Bei allen Füßen erfolgte der chirurgische Eingriff unter peripherer Leitungsanästhesie (Knöchelblock). Um das postoperative Hämatom und Schwellneigung zu verringern, wurde ohne aufgeblasenes Tourniquet operiert.

Als 1. Schritt wird die laterale Weichteiltechnik durchgeführt. Der operative Zugangsweg erfolgt von dorsal über eine ca. 3 cm lange Hautinzision im 1. Intermetatarsalraum. Das laterale metatarsophalangeale Band wird nun quer durchtrennt. Danach wird das metatarsosamoidale Band, knapp dorsal des Sesambeins mit der Klinge durchtrennt. Anschließend wird die laterale Gelenkkapsel vertikal inzidiert. Das laterale Sesambein wird nun vollständig mobilisiert, indem man die Großzehe manuell in eine 20°-Varus-Position bringt.

Der mediale Hautschnitt erfolgt längs 1 cm medial der Sehne des M. extensor hallucis longus in einer Länge von ca. 4–5 cm. Die mediale MTP-Gelenkkapsel wird mittels einer umgekehrten L-förmigen Inzision eröffnet. Der kurze Schenkel des „L“ liegt über dem Gelenkspalt (mediales metatarsophalangeales Band), der lange Schenkel zieht vom Gelenkspalt ausgehend mediadorsal nach proximal. Die Kapsel kann nun türflügelartig geöffnet werden. Das Gelenk wird auf degenerative Veränderungen inspiziert. Anschließend erfolgt die sparsame Abtragung der Pseudoexostose vertikal zur Standfläche des Fußes. Circa 2 mm dorsal vom Mittelpunkt der so entstehenden Fläche wird ein Führungsbohrdraht für die Osteotomie eingebracht. Der Draht wird in der Frontalebene um 20° plantarisiert, in der Sagittalebene entsprechend dem Alignment. Bei gewünschter starker Verschiebung nach lateral wird der Bohrdraht auf das Metatarsalköpfchen 3 respektive normal auf die Metatarsalia II/III positioniert, um keine Verlängerung und damit Druckerhöhung im Gelenk zu erzielen. Besteht eine schlechtere schmerzfreie Beweglichkeit und ein Arthrostadium 1 nach Regnaud, wird diese Positionierung ebenfalls favorisiert. Eine Indikation zur Verlängerung, d.h. Bohrdraht normal auf das Metatarsale 1, etwa bei Metatarsalgie, wurde in dieser Serie nicht durchgeführt und betrachten wir auch nicht als sinnvoll. Bei Metatarsalgie führen wir eine Weil-Osteotomie zur Druckentlastung und Verbesserung des Alignments durch.

Anschließend erfolgt die horizontale Osteotomie mit einem kurzen dorsalen Schenkel und einem längeren plantaren Schenkel (Abb. 3). Der längere plantare Schenkel bietet zusätzlich eine größere Knochenauflagefläche, was wie bei der SCARF-Osteoto-

mie ein größeres Verschiebungspotenzial erlaubt [21, 22]. Der distale nun mobilisierbare Teil des Köpfchens wird nach lateral verschoben, auf den Schaft impaktiert und temporär mit einem Bohrdraht für die kanülierte Schraube transfixiert. Die Limitation zur Verschiebung liegt in der Breite des Metatarsalkopfs. Je breiter der Metatarsalkopf ist, desto größer ist auch das Verschiebungspotenzial. Intraoperativ wurde in dieser Serie von 3 mm bis 9 mm verschoben. Falls sich intraoperativ herausstellt, dass keine Rotationsstabilität bei starker Verschiebung vorliegt (immer vor dem Setzen der Schraube überprüfen) kann man hier die Lateralverschiebung noch etwas zurücknehmen. Unsere Erfahrung hat gezeigt, dass eine Knochenauflagefläche von 7 mm ausreicht, damit keine Instabilität entsteht. Nach Bildwandlerkontrolle und Längenmessung wird die Schraube gesetzt, indem man mit der linken Hand (Daumen und Zeigefinger) das Metatarsalköpfchen unter axialer Kompression auf das Metatarsale hält und die Schraube eindreht. Die medial überstehende Kortikalis wird in einer Linie zum metatarsalen Schaft mit der oszillierenden Säge abgetragen. Wenn sich eine große Zyste subkapital zeigt, wird dieses Knochenstück in diese Zyste impaktiert. Das Augenmerk wird nun der medialen Kapsel gewidmet. Ein Segment von ca. 5 mm vom kurzen Arm der L-förmigen Kapselinzision wird entfernt. Während der Assistent die Großzehe in leicht überkorrigierter Stellung hält, wird die mediale Kapselseite vernäht und die Subcutis adaptiert. Postoperativ wird ein Vorfußstapeverband mit Halluxzügel angelegt, der nach dem 2. Tag erstmals gewechselt wird. Danach wird die Osteotomie radiologisch kontrolliert. Der 1. Verbandwechsel erfolgt am 2. postoperativen Tag, danach wöchentlich. Vollbelastung in einem normalen weiten Schuh ist nach 4 Wochen erlaubt. Ausnahmen sind Patienten über 70 Jahre oder Patienten mit dokumentierter Osteoporose. Hier liegt die Nachbehandlungszeit bei 6 Wochen mit dem Rathgeber Hallux valgus Schuh (OFA Bamberg, Deutschland) [23].

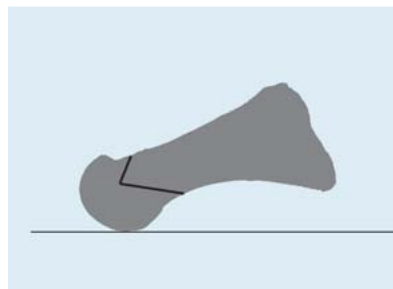


Abb. 3 Schematische Darstellung der Osteotomie mit einem kurzen dorsalen Schenkel und einem längeren plantaren Schenkel. Beachte den Scheitelpunkt, welcher ca. 2 mm dorsal vom Zentrum des Mittelfußkopfs liegt.

Ergebnisse



Nach durchschnittlich $3,3 \pm 0,7$ Jahren wurden 72% aller 86 Füße mit sehr gut, 20% mit gut, 4% mit befriedigend und 4% mit nicht zufrieden beurteilt (Abb. 4).

Bei den befriedigenden Resultaten konnte bei allen 4 Patienten die gewünschte Korrektur der Hallux-valgus-Fehlstellung erreicht werden, 2 Patienten berichteten über keine wesentliche Schmerzlinderung, und bei 2 weiteren Patienten bestand eine postoperative Schwellung von jeweils 3 Monaten. Bei einer Dame wurde die Bold-Schraube mit gutem Erfolg entfernt. In der nicht befriedigenden Patientengruppe musste eine 75-jährige Patientin wegen einer schmerzhaften rezidivierenden Hallux-valgus-Fehlstellung neuerlich mittels einer Chevron-Osteotomie operiert werden. Der Grund des Re-Chevron war eine zu geringe laterale Verschiebung und ein insuffizientes laterales Release. Bei der Revision wurden ein Jahr postoperativ eine neuerliche Verschiebung von 4 mm und ein neuerliches laterales Kapsel-Release mit medialer Kapselraffung durchgeführt. Die Patientin war bei der Abschlusskontrolle nach 3 Jahren schmerzfrei, zufrieden und zeigte keine Rezidive.

Die 2. Dame klagt bei sehr gutem Hallux-Ergebnis über Metatarsalgie mit plantarer Keratose am II. Strahl. Sie wurde mit Einlagen versorgt. Eine persistierende Schwellung am Fuß bei guter Hallux-Korrektur ist für die 3. Dame der Grund der Unzufriedenheit. In den Untergruppen zeigte sich folgende Verteilung. In der Patientengruppe mit einem Intermetatarsalwinkel $\leq 15^\circ$ ($n = 67$)

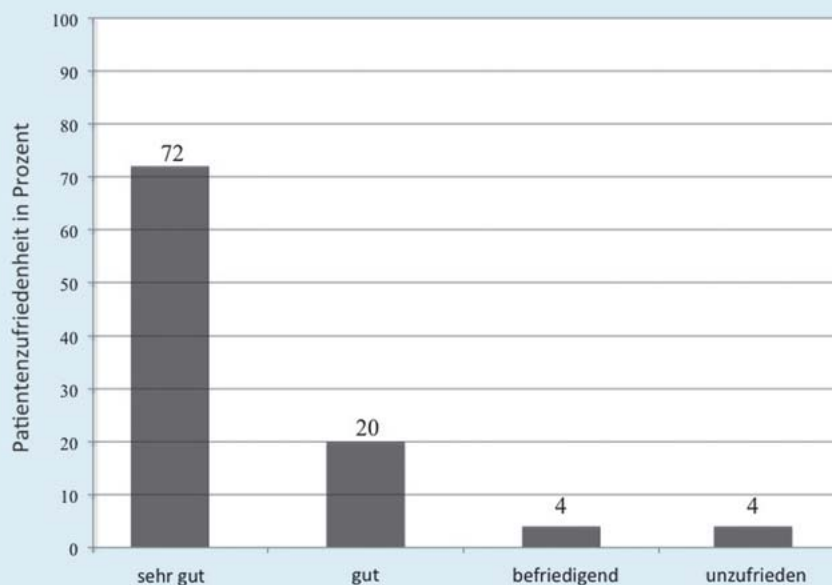


Abb. 4 Übersicht über die Patientenzufriedenheit aller 86 Füße.



Tab. 2 Klinische und radiologische Resultate von 86 Füßen sowie der Untergruppen nach durchschnittlich 3,3 Jahren. Die Signifikanz bezieht sich auf den Unterschied zwischen dem präoperativen und dem Nachuntersuchungszeitpunkt (Wilcoxon Signed Rank Test, two tailed). Alle Gruppen zeigten einen statistisch signifikanten Unterschied (p -Wert $< 0,05$ ist signifikant). Zur besseren Übersicht wurden in der Tabelle die Standardabweichung sowie der Bereich in den Untergruppen nicht angegeben. Diese liegen beim Autor auf.

	n	präoperativ	nach Ø 3,3 Jahren
Gesamt AOFAS-Score (max. 100 Punkte)			
alle Patienten	86	55 SD 17	90 SD 14
		(von 10 bis 88)	(von 54 bis 100)
Untergruppen			
Patienten mit IMA $\leq 15^\circ$	67	57	91
Patienten mit IMA 16–19°	19	49	87
Patienten von 70–81 Jahren	12	52	87
Patienten von 23–69 Jahren	74	58	92
Hallux-valgus-Winkel in Grad			
alle Patienten	86	32 SD 6	5 SD 8
		(von 20 bis 48)	(von -9 bis 23)
Untergruppen			
Patienten mit IMA $\leq 15^\circ$	67	31	10
Patienten mit IMA 16–19°	19	36	8
Patienten von 70–81 Jahren	12	34	6
Patienten von 23–69 Jahren	74	32	5
Intermetatarsal-I-II-Winkel in Grad			
alle Patienten	86	14 SD 3	6 SD 3
		(von 2 bis 20)	(von 0 bis 12)
Untergruppen			
Patienten mit IMA $\leq 15^\circ$	67	12	5
Patienten mit IMA 16–19°	19	17	9
Patienten von 70–81 Jahren	12	14	6
Patienten von 23–69 Jahren	74	17	7

wurden 75% der Füße als sehr gut, 17,5% als gut, 5% als befriedigend und 2,5% als nicht zufrieden angegeben. In der Patientengruppe mit einem intermetatarsalen Winkel von 16–19° ($n = 19$) konnten beim Follow-up 69% der Füße mit sehr gut, 21% mit gut, 5% mit befriedigend und 5% mit nicht zufrieden benotet werden. In der Patientengruppe Lebensalter 70–81 ($n = 12$) bewerteten 58% das Ergebnis mit sehr gut, 25% mit gut, 17% mit befriedigend und keiner mit nicht zufrieden. In der Gruppe 23–69 Jahre ($n = 74$) wurden 80% der Füße mit sehr gut, 15% mit gut, 4% mit befriedigend und 1% mit nicht zufrieden benotet.

Der durchschnittliche präoperative AOFAS Forefoot-Score (max. 100 Punkte) aller Füße war 55 ± 17 Punkte und verbesserte sich signifikant ($p < 0,0001$) auf 90 ± 14 Punkte beim Follow-up. Die AOFAS Schmerz-Subskala (max. 40 Punkte) zeigte eine signifikante ($p < 0,0001$) Verbesserung von präoperativ 19 ± 11 Punkten auf 36 ± 8 Punkte bei der Nachuntersuchung. Im AOFAS-Score zeigte sich bei der Funktionsbeeinträchtigung eine signifikante Erhöhung von präoperativ $6,2 \pm 2,9$ Punkten auf $8,9 \pm 1,8$ Punkte bei der letzten Nachuntersuchung ($p < 0,0001$). Eine signifikante Verbesserung konnte bei der Schwielenbildung medial des 1. MTP-Gelenks erzielt werden ($p = 0,0002$). Präoperativ wurden $3,6 \pm 2,3$ Punkte erreicht, bei der Nachuntersuchung $4,9 \pm 0,8$ Punkte. Bei den AOFAS-Subskalen wie dem Schuhwerk, der metatarsophalangealen Beweglichkeit, der interphalangealen Beweglichkeit und der metatarsointerphalangealen Stabilität wurde kein signifikanter Unterschied zwischen dem präoperativen und dem Nachuntersuchungszeitpunkt erzielt. Zu einer signifikanten Verbesserung kam es wieder bei der Subskala des AOFAS-Scores, welcher die Fußform beurteilt. Präoperativ wurden $1,8 \pm 3,4$ Punkte erreicht, nach $3,3 \pm 6$ Jahren $11,8 \pm 5,2$ Punkte. Die **Tab. 2** zeigt einen Überblick über die klinischen und radiologischen Ergebnisse aller Gruppen.

Radiologisch zeigt sich eine signifikante Korrektur des HV-Winkels um durchschnittlich 27° ($p = 0,0001$). Präoperativ lag dieser bei $32 \pm 6^\circ$ und bei der Nachuntersuchung bei $5 \pm 8^\circ$. Der IM-Winkel zeigte $14 \pm 3^\circ$ präoperativ und $6 \pm 3^\circ$ bei der Nachuntersuchung, das entspricht einer Korrektur des intermetatarsalen Winkels von 8° . Dieser Wert ist signifikant ($p = 0,0001$). Die Sesamoidposition konnte mit dieser Operation bei einer Skala von 0 bis 3 von präoperativ $2,1 \pm 0,4$ auf $0,9 \pm 0,8$ signifikant korrigiert werden ($p = 0,0009$). Radiologisch zeigte sich nach 3,3 Jahren bei allen nachuntersuchten Füßen (86/86) eine solide knöcherne Heilung. Es kam in keiner der Gruppen zu schweren Komplikationen wie tiefe Infektion, Köpfchenverkipfung, Pseudoarthrose oder Dorsalelevation des Köpfchens. In der untersuchten Patientengruppe konnten folgende Komplikationen beobachtet werden. Bei 3/86 (3%) Füßen entstand eine oberflächliche Wundinfektion, welche erfolgreich mit Antibiotika behandelt wurde. Bei 4/86 (4%) wurde eine bestehende Sensibilitätsstörung angegeben. Eine Varus-Fehlstellung zeigte sich bei 4/86 (4%) Füßen (4° , 4° , 4° , 9°). All diese Patienten waren sehr zufrieden und schmerzfrei. Ein Hallux rigidus entwickelte sich bei einem Fuß, welcher erfolgreich versteift wurde. Bei 7 weiteren Patienten (8%) musste nach knöcherner Konsolidierung eine prominente schmerzhafte Schraube entfernt werden.

Diskussion



Die Chevron-Osteotomie oder deren Modifikationen sind heutzutage weit verbreitete Operationen zur Behandlung der Hallux-valgus-Deformität. Sie zeichnet sich durch eine sehr hohe Patientenzufriedenheit, eine geringe Komplikationsrate und eine gute Funktionalität aus. Die Indikation zur Chevron-Osteotomie war



zu Beginn dem geringen Hallux valgus vorbehalten [24–26]. Die ersten wichtigen Modifikationen kamen mit dem distalen Weichteilrelease. Dieses laterale Weichteilrelease mit der medialen Kapselraffung wurde bei den Erstbeschreibungen der Osteotomie nicht durchgeführt [3]. Die Relevanz wurde in den 90er-Jahren publiziert [27–29]. Die Wirkweise des lateralen Kapselrelease kombiniert mit der Chevron-Osteotomie sind in der Literatur jedoch umstritten. Einige Autoren haben berichtet, dass diese Eingriffe eine bessere Korrektur der Deformität ermöglichen [27–29]. Andere Autoren beschrieben, dass das laterale Release mit einem erhöhten Risiko einer avaskulären Nekrose des Mittelfußkopfs vergesellschaftet ist, ohne eine Verbesserung der klinischen Resultate zu erzielen [30, 31]. Hier möchten wir die interessante anatomische Publikation von Malal et al. [32] hervorheben, welche die Chevron-Osteotomie als sehr sichere Operation zum Erhalt der Gefäßversorgung beschreibt, insbesondere, wenn ein längerer plantarer Schenkel (wie in unserer Serie) durchgeführt wird. Durch stärkeres Verschieben bei der schweren Hallux-valgus-Deformität ist, wie wir zeigen konnten, die avaskuläre Nekrose keine erhöhte Komplikationsrate. Mehrere klinische Studien zeigen ein zu vernachlässigendes Risiko für diese seltene und meist asymptomatische Komplikation. Diese Schlussfolgerung zeigte Easley et al. bereits im Jahr 2000 in einer interessanten Übersichtsarbeit [33].

Obwohl wir keine Vergleichsgruppe haben, sind wir davon überzeugt, dass speziell die Patienten mit einer schweren Hallux-valgus-Deformität von dem lateralen Release signifikant profitieren. Trnka et al. konnten dies bereits in einer kleinen Patientengruppe mit milder und mäßiger Hallux-valgus-Fehlstellung zeigen. Sie untersuchten die Chevron-Osteotomie mit und ohne laterales Release [27]. Die Analyse der klinischen Ergebnisse der beiden Verfahren zeigte keinen statistischen Unterschied. Beim Vergleich der radiologischen Ergebnisse zeigten die Patienten mit dem zusätzlichen Weichteileingriff eine deutlich bessere Korrektur der Sesambeinposition und eine bessere Korrektur der Hallux-valgus-Deformität, was sich auch in einer besseren Patientenzufriedenheit widerspiegelte [27]. Unumstritten ist die Verwendung der Chevron-Osteotomie bis zu einem Intermetatarsalwinkel von 15°. Darüber hinaus werden mit gutem Erfolg diaphysäre Osteotomien (z.B. Scarf-Osteotomie, Ludloff-Osteotomie) oder Basisosteotomien (z.B. Opening-Wedge-Osteotomie, proximale Chevron-Osteotomie) empfohlen [34]. Trotz verbesserter Implantate und verfügbaren winkelstabilen Platten haben die Basisosteotomien zwar den Vorteil eines höheren Korrekturpotenzials [35], sind jedoch biomechanisch deutlich instabiler und haben ein erhöhtes Komplikationsrisiko wie Korrekturverlust, verzögerter Knochendurchbau, Malunion oder Dorsalunion mit erhöhtem Transfermetatarsalrisiko [36–38]. Aus diesem Grund verwenden wir bei Patienten mit schwerer Spreizfußdeformität die modifizierte Chevron-Osteotomie mit einem längeren plantaren Schenkel, wenn die anatomischen Voraussetzungen (breiter Metatarsalkopf) und biologischen Parameter (Alter) dafür sprechen. Wenn diese Parameter gegen diese Osteotomie sprechen, verwenden wir die Scarf-Osteotomie oder bei schwerer Spreizfußdeformität mit tarsometatarsaler Instabilität die Lapidus-Arthrodesis [34]. Ein weiterer Vorteil gegenüber den diaphysären oder proximalen Osteotomien ist die verkürzte Nachbehandlungszeit im Hallux-Schuh. Bei der Chevron-Osteotomie mit Fixation ist die Stabilität, wenn auch noch nicht 100%ig knöchern durchbaut, bei Patienten unter 70 Jahren bereits soweit fortgeschritten, dass eine Verkippung nicht mehr möglich ist und der Patient im normalen Schuh mobilisiert werden kann.

Die Literaturangaben reichen hier von 4 bis 6 Wochen [39], während bei der diaphysären oder proximalen Osteotomie 6–8 Wochen, bis hin zur Gipsversorgung empfohlen wird [39–41]. In unserer Serie war bei den Patienten unter 70 Jahren die Vollbelastung in einem normalen weiten Schuh nach 4 Wochen erlaubt. Bei den Patienten über 70 Jahren ($n = 12$) lag die Nachbehandlungszeit mit dem Hallux-Schuh bei 6 Wochen. Der AOFAS-Score verbesserte sich im gesamten Kollektiv von 55 auf 90 Punkte, in der Gruppe mit einem IMA-Winkel von 16–19° von 49 auf 87 Punkte und in der Gruppe von 70 bis 81 Jahren von 52 auf 84 Punkte. Diese Ergebnisse korrelieren mit den Literaturangaben der Chevron-Osteotomie [24, 40, 42, 43]. Als Komplikation sahen wir eine Sensibilitätsstörung in 4% und in 8% einen schmerzhaften prominenten Schraubenkopf, welcher mit einer Stichinzision ambulant entfernt wurde. In 4% der Fälle kam es zu einer Hallux-varus-Deformität zwischen 4 und 9° ($n = 4$). Zwischen 4 und 13% liegen hier die Literaturangaben. Die Ursachen können exzessive mediale Kapselraffnähte, exzessives laterales Weichteilrelease, exzessives Abtragen der medialen Eminenz oder die Überkorrektur des IM-Winkels sein [44].

Die Chevron-Osteotomie mit lateralem Weichteilrelease hat sich für die Korrektur der leicht- bis mittelgradigen Hallux-valgus-Deformität als verlässlichste Methode erwiesen. [24, 25, 45]. Bei entsprechender chirurgischer Erfahrung und guter Knochenqualität kann mit der hier beschriebenen Technik die Indikation zur Chevron-Osteotomie bis 19° ausgedehnt werden. Mehrere Autoren haben Methoden vorgestellt, um das Korrekturpotenzial der distalen Chevron-Osteotomie zu beurteilen [46–48]. Harper et al. [49] zeigte in seiner Arbeit, dass jeweils ein Millimeter Lateralverschiebung des Metatarsalköpfchens 1° Korrektur des Intermetatarsalwinkels bewirkt. Nach einer anatomischen Arbeit über die Chevron-Osteotomie erzielt eine laterale Verschiebung von 5 mm eine knöcherne Auflagefläche von ca. 50% [46]. Durch die hier beschriebene Technik konnten wir diese Angabe erweitern und intraoperativ bis gemessene 9 mm verschieben. Trotzdem konnten wir eine sichere stabile Osteosynthese ohne Verkippung erzielen. In unserem Patientengut verringerte sich der IMA-Winkel von 14 auf 6°, was einer Korrektur von 8° entspricht. Gemäß Harper et al. [49] würde hier die Verschiebung bei 8 mm liegen. Intraoperativ wurde von 3 bis 9 mm verschoben, was einen Durchschnitt von 6,7 mm ergibt. Wie Harper et al. [49] bereits erwähnten, gibt es auch andere Faktoren, die zur Korrektur der IMA beitragen, weswegen deren Arbeit nicht als Maßstab herangezogen werden kann. Welchen Beitrag das laterale Release zur Korrektur des IMA-Winkels hat, ist jedoch schwer zu quantifizieren.

Schlussfolgerung



Wir bestätigen mit dieser Arbeit, dass durch die modifizierte Technik mit einem längeren plantaren Schenkel, einer ausgedehnten Weichteiltechnik und einer Schraubenfixation die Indikation bis zu einem Intermetatarsalwinkel von 19° ausgedehnt werden kann. Entgegen der Meinung früherer Publikationen zeigt diese Arbeit bei Patienten von über 60 Jahren gute Ergebnisse mit einer hohen Patientenzufriedenheit und stellt deshalb keine Kontraindikation dar. Die Komplikationsrate ist bei dieser Operationstechnik generell als sehr niedrig einzustufen. Um die routinemäßige Materialentfernung auf weniger als 10% reduzieren zu können, empfehlen die Autoren die versenkbare Schraube zur Fixation.

Interessenkonflikt: Nein



Literatur

- 1 Sim-Fook L, Hodgson AR. A comparison of foot forms among the non-shoe and shoe-wearing Chinese population. *J Bone Joint Surg Am* 1958; 40-A: 1058–1062
- 2 Kato T, Watanabe S. The etiology of hallux valgus in Japan. *Clin Orthop Relat Res* 1981; 78–81
- 3 Austin DW, Leventen EO. A new osteotomy for hallux valgus: a horizontally directed "V" displacement osteotomy of the metatarsal head for hallux valgus and primus varus. *Clin Orthop Relat Res* 1981; 157: 25–30
- 4 Bargman J, Corless J, Gross AE, Lange F. A review of surgical procedures for hallux valgus. *Foot Ankle* 1980; 1: 39–43
- 5 Leventen EO. The Chevron procedure. *Orthopedics* 1990; 13: 973–976
- 6 Miller S, Croce WA. The Austin procedure for surgical correction of hallux abducto valgus deformity. *J Am Podiatry Assoc* 1979; 69: 110–118
- 7 Coughlin MJ. Hallux valgus. *J Bone Joint Surg Am* 1996; 78: 932–966
- 8 Hatstrup SJ, Johnson KA. Chevron osteotomy: analysis of factors in patients' dissatisfaction. *Foot Ankle* 1985; 5: 327–332
- 9 Mann RA, Coughlin MJ. Hallux valgus—etiology, anatomy, treatment and surgical considerations. *Clin Orthop Relat Res* 1981; 157: 31–41
- 10 Brunetti VA, Trepal MJ, Jules KT. Fixation of the Austin osteotomy with bioresorbable pins. *J Foot Surg* 1991; 30: 56–65
- 11 Kaye JM. New staple fixation for an Austin bunionectomy. *J Foot Surg* 1992; 31: 43–46
- 12 Duke HF. Buried Kirschner wire fixation of the Austin osteotomy-bunionectomy: a preliminary report. *J Foot Surg* 1986; 25: 197–203
- 13 Klein MS, Ognibene FA, Erali RP et al. Self-tapping screw fixation of the Austin osteotomy. *J Foot Surg* 1990; 29: 52–54
- 14 Winemaker MJ, Amendola A. Comparison of bioabsorbable pins and Kirschner wires in the fixation of chevron osteotomies for hallux valgus. *Foot Ankle Int* 1996; 17: 623–628
- 15 Barca F, Busa R. Austin/chevron osteotomy fixed with bioabsorbable poly-L-lactic acid single screw. *J Foot Ankle Surg* 1997; 36: 15–20; discussion 79–80
- 16 Barca F, Busa R. Resorbable poly-L-lactic acid mini-staples for the fixation of Akin osteotomies. *J Foot Ankle Surg* 1997; 36: 106–111; discussion 160
- 17 Trnka HJ, Hofstaetter SG. The chevron osteotomy for correction of hallux valgus. *Interactive Surgery* 2007; 2: 52–61
- 18 Aro HT, Wippermann BW, Hodgson SF et al. Prediction of properties of fracture callus by measurement of mineral density using micro-bone densitometry. *J Bone Joint Surg Am* 1989; 71: 1020–1030
- 19 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
- 20 Smith RW, Reynolds JC, Stewart MJ. Hallux valgus assessment: report of research committee of American Orthopaedic Foot and Ankle Society. *Foot Ankle* 1984; 5: 92–103
- 21 Vienne P, Favre P, Meyer D et al. Comparative mechanical testing of different geometric designs of distal first metatarsal osteotomies. *Foot Ankle Int* 2007; 28: 232–236
- 22 Ravenell RA, Kihm CA, Lin AS et al. The offset V osteotomy versus the modified Austin with a longer plantar arm: a comparison of mechanical stability. *J Foot Ankle Surg* 2011; 50: 201–206
- 23 Schuh R, Trnka HJ, Sabo A et al. Biomechanics of postoperative shoes: plantar pressure distribution, wearing characteristics and design criteria: a preliminary study. *Arch Orthop Trauma Surg* 2011; 131: 197–203
- 24 Steinbock G. [Austin's horizontal V-shaped sliding osteotomy of the metatarsal head (Chevron-osteotomy) in the treatment of hallux valgus]. *Orthopade* 1996; 25: 308–316
- 25 Fox IM, Cuttici M, DeMarco P. The offset V modification of the Chevron bunionectomy: a retrospective study. *J Foot Surg* 1992; 31: 615–620
- 26 Hanft JR, Kashuk KB, Bonner AC, Toney M, Schabler J. Rigid internal fixation of the Austin/Chevron osteotomy with Herbert screw fixation: a retrospective study. *J Foot Surg* 1992; 31: 512–518
- 27 Trnka HJ, Zemsch A, Kaider A et al. [Correction of high-grade sesamoid bone dislocation in hallux valgus using Austin's osteotomy with and without lateral soft tissue release]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1997; 135: 150–156
- 28 Pochatko DJ, Schlehr FJ, Murphey MD et al. Distal chevron osteotomy with lateral release for treatment of hallux valgus deformity. *Foot Ankle Int* 1994; 15: 457–461
- 29 Kitaoka HB, Franco MG, Weaver AL et al. Simple bunionectomy with medial capsulorrhaphy. *Foot Ankle* 1991; 12: 86–91
- 30 Johnson JE, Clanton TO, Baxter DE et al. Comparison of Chevron osteotomy and modified McBride bunionectomy for correction of mild to moderate hallux valgus deformity. *Foot Ankle* 1991; 12: 61–68
- 31 Resch S, Stenstrom A, Reynisson K et al. Chevron osteotomy for hallux valgus not improved by additional adductor tenotomy. A prospective, randomized study of 84 patients. *Acta Orthop Scand* 1994; 65: 541–544
- 32 Malal JJ, Varghese B. Blood flow to the metatarsal head after chevron bunionectomy. *Foot Ankle Int* 2006; 27: 1011–1012
- 33 Easley ME, Kelly JP. Avascular necrosis of the hallux metatarsal head. *Foot Ankle Clin* 2000; 5: 591–608
- 34 Wanivenhaus A, Bock P, Gruber F et al. [Deformity-associated treatment of the hallux valgus complex]. *Orthopade* 2009; 38: 1117–1126
- 35 Nyska M, Trnka HJ, Parks BG et al. Proximal metatarsal osteotomies: a comparative geometric analysis conducted on sawbone models. *Foot Ankle Int* 2002; 23: 938–945
- 36 Scott AT, DeOrto JK, Montijo HE et al. Biomechanical comparison of hallux valgus correction using the proximal chevron osteotomy fixed with a medial locking plate and the Ludloff osteotomy fixed with two screws. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2010; 25: 271–276
- 37 Hofstaetter SG, Glisson RR, Alitz CJ et al. Biomechanical comparison of screws and plates for hallux valgus opening-wedge and Ludloff osteotomies. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2008; 23: 101–108
- 38 Easley ME, Kiezbak GM, Davis WH et al. Prospective, randomized comparison of proximal crescentic and proximal chevron osteotomies for correction of hallux valgus deformity. *Foot Ankle Int* 1996; 17: 307–316
- 39 Stienstra JJ, Lee JA, Nakadate DT. Large displacement distal chevron osteotomy for the correction of hallux valgus deformity. *J Foot Ankle Surg* 2002; 41: 213–220
- 40 Trnka HJ, Zemsch A, Easley ME et al. The chevron osteotomy for correction of hallux valgus. Comparison of findings after two and five years of follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 82-A: 1373–1378
- 41 Trnka HJ, Hofmann S, Salzer M et al. Clinical and radiological results after Austin bunionectomy for treatment of hallux valgus. *Arch Orthop Trauma Surg* 1996; 115: 171–175
- 42 Schneider W, Aigner N, Pinggera O et al. Chevron osteotomy in hallux valgus. Ten-year results of 112 cases. *J Bone Joint Surg Br* 2004; 86: 1016–1020
- 43 Ritschl P, Trnka HJ, Zettl R et al. [Hallux valgus: a therapy concept and its outcome from 1993 to 1996]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1999; 137: 521–527
- 44 Edelman RD. Iatrogenically induced hallux varus. *Clin Podiatr Med Surg* 1991; 8: 367–382
- 45 Kernozeck TW, Sterriker SA. Chevron (Austin) distal metatarsal osteotomy for hallux valgus: comparison of pre- and post-surgical characteristics. *Foot Ankle Int* 2002; 23: 503–508
- 46 Badwey TM, Dutkowsky JP, Graves SC et al. An anatomical basis for the degree of displacement of the distal chevron osteotomy in the treatment of hallux valgus. *Foot Ankle Int* 1997; 18: 213–215
- 47 Graves SC, Dutkowsky JP, Richardson EG. The Chevron bunionectomy: a trigonometric analysis to predict correction. *Foot Ankle* 1993; 14: 90–96
- 48 Sarrafian SK. A method of predicting the degree of functional correction of the metatarsus primus varus with a distal lateral displacement osteotomy in hallux valgus. *Foot Ankle* 1985; 5: 322–326
- 49 Harper MC. Correction of metatarsus primus varus with the Chevron metatarsal osteotomy. An analysis of corrective factors. *Clin Orthop Relat Res* 1989; 243: 180–183

