



Review zum Themenschwerpunkt

Korrekturosteotomien – Vielleicht zu selten durchgeführt?

The use of osteotomy in the management of hallux rigidus

Reinhard Schuh^{1,*}, Madeleine Willegger²

¹ Abteilung f. Kinderorthopädie und Fußchirurgie, Orthopädisches Spital Speising

² Univ.-Klinik f. Orthopädie und Traumatologie, Medizinische Universität Wien

Eingegangen am 2. Januar 2019; akzeptiert am 24. Januar 2019

SCHLÜSSELWÖRTER

Osteotomie;
Hallux rigidus;
Metatarsale;
Moberg;
Waterman-Green;
Youngswick

Zusammenfassung

Einleitung: Die stadienadaptierte operative Therapie des Hallux rigidus inkludiert die Option von Osteotomien an der Grundphalanx sowie am Metatarsale 1.

Operationstechnik: Das Ziel dieser Eingriffe ist eine Dekompression des Gelenkes und somit eine Verringerung des Gelenksdrucks und damit der Belastung des degenerativ veränderten Gelenksknorpels des ersten Metatarsophalangealgelenks.

Indikation: Grundsätzlich besteht kein absoluter Konsensus ob nur Frühstadien des Hallux rigidus dieser Therapieoption zugänglich sind, die Erfolgswahrscheinlichkeit des Eingriffs dürfte aber höher sein, je geringer die Gelenksdegeneration.

Ergebnisse: In der Literatur werden zufriedenstellende Ergebnisse berichtet, wenngleich Evidenzniveau und Qualität der vorliegenden Studien als eher gering einzustufen sind. Hohe Raten an Transfermetatarsalgie stehen zum Teil zufriedenstellenden mittelfristigen Ergebnissen hinsichtlich Schmerzreduktion und Funktionsgewinn gegenüber.

Fazit: Aufgrund des subtraktiven Charakters der Osteotomien und der damit assoziierten hohen Wahrscheinlichkeit der Transfermetatarsalgie sollten die Osteotomien nur bei Hallux rigidus mit gleichzeitig relativer Überlänge des ersten Strahls Anwendung finden.

* Korrespondenzadresse: PD Dr. Reinhard Schuh, PhD, Leiter Zentrum f. Fuß- und Sprunggelenkschirurgie d. Maximalversorgung, Abteilung f. Kinderorthopädie und Fußchirurgie, Orthopädisches Spital Speising, Speisinger Straße 109, 1130 Wien.

E-Mail: ordination@orthopaede-drschuh.at (R. Schuh).

KEYWORDS

Osteotomy;
Hallux rigidus;
Metatarsale;
Moberg;
Waterman-Green;
Youngswick

Summary

Metatarsal osteotomies represent a surgical treatment option for hallux rigidus. These osteotomies aim to decompress the joint and therefore reduce load transmission at the articular cartilage of the first metatarsophalangeal joint. Actually, there is no consensus if this method should only be performed in early stages of disease. However, if there are little degenerative changes present it might be more successful than in late stages of disease. The level of evidence of studies reporting on results of metatarsal osteotomies for hallux rigidus is relatively low. Whereas satisfying results in terms of pain reduction and functional improvement are reported a high rate on transfer metatarsalgia (up to 30%) is associated with this procedures. Therefore, only in patients with hallux rigidus combined with a relatively overlength of the first ray osteotomies should be considered.

Einleitung

Hallux rigidus bezeichnet die degenerative Veränderung im Sinne der Arthrose des ersten Metatarsophalangealgelenks (MTP 1) [1–5]. Das Krankheitsbild wurde erstmalig 1887 von Davies-Colley beschrieben [6]. Die Prävalenz beträgt 2,5% der Patienten unter einem Alter von 50 Jahren [1].

Im Rahmen der Gelenkdegeneration kommt es häufig zur Ausbildung eines dorsalen Osteophyten am MTP 1. Dieser trägt wesentlich zur Einschränkung des Bewegungsumfanges des MTP 1 und Schmerzsymptomatik der Patienten bei. Die Bewegungseinschränkung betrifft sowohl die Dorsalextension als auch die Plantarflexion [2], und kann zu Alterationen des Gangbildes mit verstärkter Lateralisation des Abrollverhaltens und der Kraftverteilung des Fußes führen [2].

Die Ursache des Krankheitsbildes wird kontrovers diskutiert. Als mögliche primäre Auslöser gelten genetische Faktoren, traumatische Ereignisse, Verkürzung des Gastrocnemius-Achillessehnenkomplexes, Anatomische Charakteristika der Gelenkfläche des Köpfchens des ersten Mittelfußknochens (MTK 1), relative Überlänge des MTK 1, Steilstellung des MTK 1 und Instabilität des Tarsometatarsalgelenks 1 (TMT 1). Als sekundäre Auslöser werden Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis (z.B.: Gichtarthritis, rheumatoide Arthritis, seronegative Arthritiden) betrachtet [2,4–6].

Als konservative Therapiemethoden kommen intraartikuläre Cortison- respektive Hyaluronsäureinjektionen zur Anwendung. Ferner kann mit oraler antiphlogistischer Medikation die Schmerzsituation sowie Schwellungszustände adressiert werden. Dies stellt vor allem in Frühstadien einen teilweise erfolgreichen symptomorientierten Therapieansatz dar [1]. Einlangerversorgung mit stützender Einlage mit Rigidusfeder behandelt. Dabei wird an der

Unterseite oder im inneren einer langsohligen Einlage eine Verstärkung (z.B. Carbon) eingebracht. Die Limitierung des Bewegungsumfanges des ersten Metatarsophalangealgelenks soll zu einer Schmerzreduktion führen [7].

Klassifikation

Es stehen diverse Klassifikationssysteme des Krankheitsbildes zur Verfügung um eine stadienadaptierte Therapieplanung vornehmen zu können und eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten [1,2]. Gängige Klassifikationssysteme ziehen sowohl klinische als auch radiologische Parameter in Betracht. Bei Ersteren ist der Bewegungsumfang im MTP 1 sowie die Schmerzhaftigkeit der jeweiligen Gelenkstellung besonders relevant, bei Zweiterem das Ausmaß der Gelenkdegeneration [8,9]. Das vom Autor bevorzugte Klassifikationssystem ist jenes nach Regnaud [3,10]. (Abb. 1) Dabei handelt es sich um ein viergradiges Schema. Bei Grad 1 bestehen keine radiologisch sichtbaren degenerativen Störungen des MTP 1, jedoch ein Funktionsdefizit. Grad 2 beschreibt bereits eine radiologische Verschmälerung des Gelenkspalts sowie einen diskret ausgeprägten dorsalen Osteophyten. Es können auch osteochondrale Läsionen vorliegen. Klinisch ist nur die endgradige Dorsalextension oder Plantarflexion schmerzhaft. Bei Grad 3 besteht eine ausgeprägte radiologische Gelenkspaltverschmälerung jedoch ohne „kissing lesions“. Es bestehen massive osteophytäre Anbauten. Schmerzhaftigkeit besteht über den gesamten Bewegungsumfang. Grad 4 beinhaltet einen radiologisch aufgehobenen Gelenkspalt, Osteophyten, freie Gelenkkörper und einen kumulativen Bewegungsumfang von weniger als 10° [10].



Abb. 1. (a-d): Dorsoplantare Röntgenaufnahmen diverser Stadien d. Hallux rigidus. Im Stadium 1 zeigen sich radiologisch keine degenerativen Veränderungen (a). Im Stadium 2 zeigt sich eine Gelenkspaltverschmälerung mit verstärkter subchondraler Sklerosierung (b). Stadium 3 beschreibt bereits deutliche osteophytäre Anbauten, jedoch keine “kissing lesion” bei deutlicher Gelenkspaltverschmälerung (c). Im Stadium 4 besteht ein aufgehobener Gelenkspalt und massive osteophytäre Anbauten (d).

Operative Therapie

Aus operativer Sicht stehen diverse Methoden zur Verfügung. Diese beinhalten im wesentlichen gelenkerhaltende Verfahren, Resektionsarthroplastiken, Arthrodesen und Hemi- beziehungsweise Totalendoprothesen zur Verfügung [1,5].

Gelenkerhaltende Verfahren setzen sich aus Osteotomien an der proximalen Phalange respektive am Metatarsale 1 sowie der Cheilektomie (Abtragung des dorsalen Osteophyten und Gelenkaspekts des MTK 1) zusammen. Grundsätzlich besteht kein absoluter Konsens zur optimalen stadienadaptierten chirurgischen Therapie. Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass gelenkerhaltende Verfahren bei geringeren Stadien der Gelenkdegeneration (Regnaud 1 und 2) höhere Erfolgswahrscheinlichkeiten als bei ausgeprägter Gelenkdegeneration aufweisen.

Osteotomien

Hierbei kann man im Wesentlichen zwischen der Osteotomie an der Grundphalanx der Großzehe und Osteotomien am Metatarsale 1 unterscheiden. Die Eingriffe werden selten in isolierter Form durchgeführt. Üblicherweise sollte eine Cheilektomie ebenso erfolgen. Bei der von DuVries 1959 erstmalig beschriebenen Operationstechnik werden 20 – 30% der dorsalen Gelenkfläche des MTK 1 reseziert. Dies führt zu einer Dekompression des Gelenks und zu Verbesserung des eingeschränkten

Bewegungsumfanges durch Beseitigung mechanischer Irritationen.

Ziel von Osteotomien am ersten Strahl bei Hallux rigidus ist es, die Gelenkbelastung zu reduzieren und in manchen Fällen die Gelenkfläche zu reorientieren. Die Osteotomien können sowohl intraartikulär als auch extraartikulär erfolgen [1,2,11].

Moberg Osteotomie

Die Moberg Osteotomie bezeichnet eine proximale dorsale closing wedge Osteotomie der Grundphalanx der Großzehe [12]. (Abb. 2 und 3) Sie kann bei Frühstadien des Hallux rigidus Anwendung finden und zielt darauf ab, das Ausmaß der Dorsalexension zu verbessern. Ferner wird das Zentrum des Gelenkdrucks plantarisiert. Nachdem bei Hallux rigidus in der Regel der plantare Gelenkaspekt des MTK 1 weniger von degenerativen Veränderungen des Gelenkknorpels betroffen ist als der dorsale kommt es zu einem Lasttransfer zugunsten degenerativ veränderter Gelenkaspekte [6]. Die Technik wurde 1952 von Bonney und Macnab erstmalig beschrieben [13]. Die Osteotomie wird am Übergang des proximalen zu den distalen zwei Dritteln der Grundphalanx durchgeführt. Es wird ein 2-3mm dorsalbasiger Keil entnommen, wobei die plantare Corticalis intakt bleiben soll. Nach Schließen der Osteotomie kann die Fixation mittels Faden, Staple oder Kompressionschraube erfolgen [2,14,15].

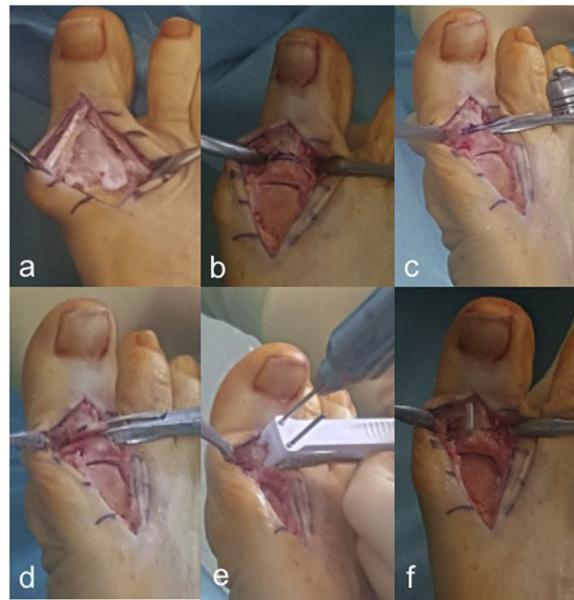
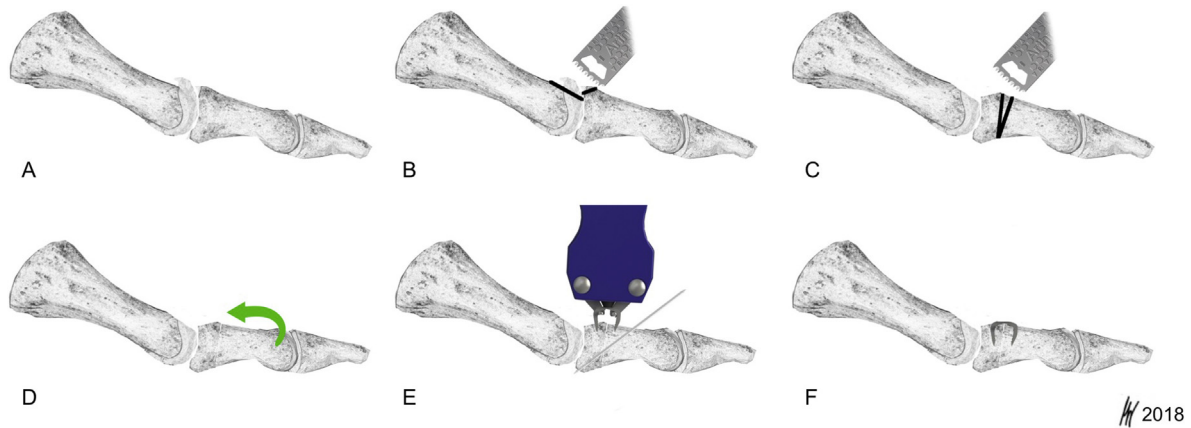


Abb. 2. Schematische (A-F) und korrespondierende intraoperative (a-f) schrittweise Darstellung der Moberg Osteotomie mit Staple Fixation. Darstellung des Gelenkes über dorsalen Zugang mit osteophytären Anbauten und Abtragung ebendieser (a). Determination der dorsalbasigen subtraktiven Osteotomie mit 2 mm haltenden Keil am meta-diaphysären Übergang der proximalen Phalange (b). Durchführen der Osteotomie mittels oszillierender Säge, wobei die plantare Corticalis intakt bleibt (c). Entnahme des Keiles und Schließen des Osteotomiespalts (d). Anlegen der Bohrkanäle für die Schenkel des Staples (e). Insertion des Staples (OSV2 Peek-Optima™ Staple, In2Bones, Memphis, TN) (f).

In der Literatur werden großteils zufriedenstellende Ergebnisse dieses Eingriffs in Verbindung mit Cheilektomie berichtet, wenngleich das Evidenzlevel des Großteils der Studien als gering einzustufen ist [1,2,11]. Citron und Neil berichteten von 10 Osteotomien in 8 Füßen im Sinne eines isolierten Eingriffs. Bei einer durchschnittlichen Follow-up Periode von 22 Jahren kam es nur zu einem Folgeeingriff (Konversion zu Arthrodese) [16]. Blyth et al. zeigten bei 14 Osteotomien bei erst bis drittgradigem Hallux rigidus eine deutliche Schmerzverbesserung in 83% der Patienten und sehr zufriedenstellende oder zufriedenstellende

Resultate in 77% der Patienten [17]. Kilmartin et al. kamen in einer prospektiven Studie zu 89% zufriedenen Patienten und einer durchschnittlichen Verbesserung des AOFAS Scores um 45 Punkte [18].

In einer Metaanalyse, wo 11 Studien mit insgesamt 374 Zehen Einschluss fanden, zeigte sich eine hohe Patientenzufriedenheit (77%) und Schmerzverbesserung in 89% sowie eine geringe Revisionsrate (4,8%) und eine durchschnittliche Verbesserung des AOFAS Scores um 39 Punkte. In dieser Metanalyse wurden Studien inkludiert, die von Ergebnissen des kombinierten Eingriffs (Cheilektomie und Moberg Osteotomie) berichten [1].



Abb. 3. (a,b): Postoperative Röntgenaufnahmen im seitlichen (b) und dorsoplantaren (a) Strahlengang nach stattgehabter Moberg Osteotomie.

Metatarsalosteotomien

Das Prinzip von Osteotomien am Metatarsale 1 ist es eine Dekompression des Gelenks durch Verkürzung des ersten Strahles zu erreichen, eine funktionelle Hallux rigidus Komponente aufgrund einer Elevationsstellung des Metatarsale 1 zu korrigieren oder das Alignment der Gelenkfläche zu korrigieren [1,2,19].

Die Ratio zu den in erster Linie verkürzenden Osteotomien generiert sich aus der Annahme, dass vor allem eine relative Überlänge des MT 1 (Index plus Variante) mit oder ohne Vorliegen einer gleichzeitigen Elevation für das Entstehen der Hallux rigidus Pathologie verantwortlich ist. Studien an großen Patientenpopulationen widerlegen allerdings diese Annahme [1,2].

Es bestehen diverse Techniken, die sich in Schnittführung und respektiver Keilentnahme unterscheiden. Eine schematische Darstellung der Schnittführungen ist [Abbildung 4](#) zu entnehmen.

Die Ergebnisse in der Literatur sind auch diese Eingriffe betreffend von relativ geringem Evidenzniveau bei teilweise sehr heterogenen Patientenpopulationen. Demensprechend ist ein direkter Vergleich schwierig [1,2,19].

Dickerson et al. untersuchte 34 Patienten nach Waterman-Green Operation und fand

durchschnittlich vier Jahre nach der Operation eine Schmerzverbesserung in 94% der Patienten. Allerdings bestand auch bei 25% der Patienten eine milde Ausprägung metatarsalgiformer Schmerzen [20]. Die Ergebnisse dieser Studie spiegeln die Problematik der Diskussion der Ergebnisse wider. Diese ist dadurch charakterisiert, dass oftmals keine Hinweise auf das präoperative Ausmaß der Metatarsalgie erfolgen, sowie unklar ist, ob die Transfermetatarsalgie eine unmittelbare Folge der Operation durch Verkürzung des ersten Strahls darstellt, oder sie der sekundären Insuffizienz des ersten Strahles aufgrund der Gelenkdegeneration des MTP 1 geschuldet ist.

In einer Studie an 23 Patienten nach Youngs-wick Osteotomie fand sich 2 Jahre postoperativ eine Zunahme des Spitzendrucks unter dem Metatarsalköpfchens 2 um 28% in Relation zu den präoperativen Werten [21].

Derner et al. untersuchten Patienten nach Drago Osteotomie bei fortgeschrittenen Stadien der Gelenkdegeneration. Hier kam es bei 50% der Patienten zu sehr zufriedenstellenden und zufriedenstellenden Ergebnissen, bei 15% der Patienten bestand postoperativ eine Transfermetatarsalgie [22].

Diese Auflistung exemplarischer Studien illustriert die weitere Problematik in der Diskussion

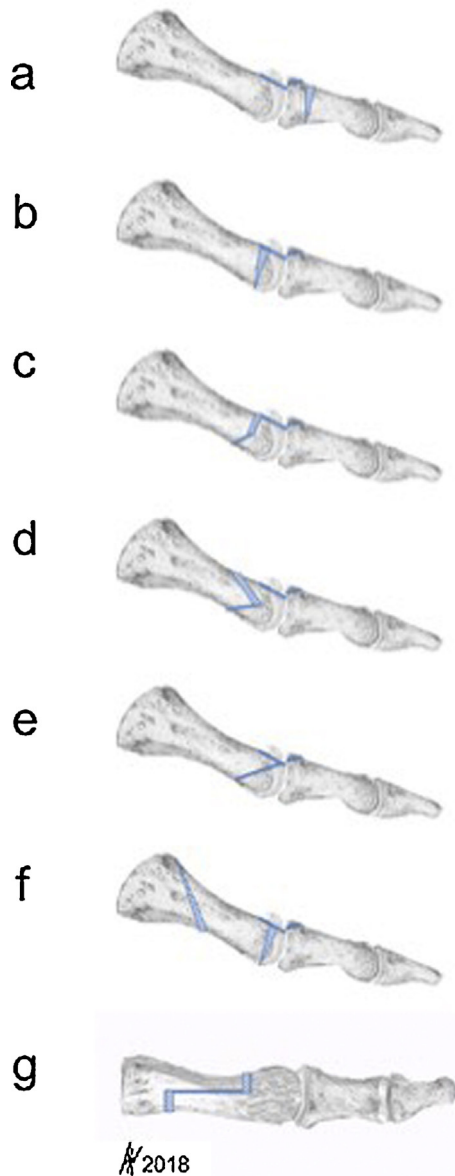


Abb. 4. (a-g): Schematische Darstellung diverser Osteotomien am ersten Strahl jeweils kombiniert mit Cheilektomie: Moberg Osteotomie (a), Waterman (b), Waterman-Green (c), Youngswick (d), Weil (e), Drago (f), Sagittal (g).

der Ergebnisse. Einerseits handelt es sich vor allem um retrospektive Studien mit relativ geringer Patientenzahl und heterogenem Patientenkollektiv und daraus resultierendem geringen Evidenzniveau. Andererseits ist der Nachuntersuchungszeitraum zumeist relativ kurz, sodass maximal von mittelfristigen Ergebnissen gesprochen werden kann.

Biomechanische Studien zu relativen Längenverhältnissen der Metatarsalia belegen allerdings eindeutig, dass es bei relativer Verkürzung des Metatarsale 1 zu einer erhöhten Druckbelastung der MTP 2-5 kommt [23–26].

Zusammenfassung

Osteotomien am ersten Strahl bei Hallux rigidus können sowohl an der proximalen Phalange als auch am Metatarsale 1 erfolgen. Insbesondere Erstere sollte nicht als isolierter Eingriff erfolgen, sondern in Verbindung mit Cheilektomie. In diesen Fällen scheint es eine sichere Methode zu sein, die bei frühen Stadien des Hallux rigidus zufriedenstellende Resultate gewährleisten kann. Osteotomien am Metatarsale 1 sollten nur bei gleichzeitig vorliegender Index plus Variante durchgeführt werden, da sie in bis zu 30% eine Transfermetatarsalgie hervorrufen können.

Insgesamt ist die Datenlage hinsichtlich der klinischen Ergebnisse dieser Operationsverfahren gegenwärtig unzufriedenstellend, da wenige Arbeiten mit großer Patientenzahl entsprechender Follow-up Periode und hohem Evidenzniveau existieren.

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- [1] Deland JT, Williams BR. Surgical management of hallux rigidus. *J Am Acad Orthop Surg* 2012;20(6):347–58.
- [2] Simpson GA, Hembree WC, Miller SD, Hyer CF, Berlet GC. Surgical strategies: hallux rigidus surgical techniques. *Foot Ankle Int* 2011;32(12):1175–86.
- [3] Wagenmann B, Schuh R, Trnka HJ. [Functional outcome of cheilectomy for the treatment of hallux rigidus]. *Z Orthop Unfall* 2011;149(4):395–401.
- [4] Coughlin MJ, Shurnas PS. Hallux rigidus: demographics, etiology, and radiographic assessment. *Foot Ankle Int* 2003;24(10):731–43.
- [5] Coughlin MJ, Shurnas PS. Hallux rigidus. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86–A Suppl 1(Pt 2):119–30.
- [6] Kim PH, Chen X, Hillstrom H, Ellis SJ, Baxter JR, Deland JT. Moberg Osteotomy Shifts Contact Pressure Plantarly in the First Metatarsophalangeal Joint in a Biomechanical Model. *Foot Ankle Int* 2016;37(1):96–101.
- [7] Schuh R, Windhager R. [Orthopedic shoe treatment: Inserts]. *Orthopade* 2016;45(3):269–76, quiz 277–268.
- [8] Coughlin MJ, Shurnas PS. Hallux rigidus. Grading and long-term results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85-A(11):2072–88.
- [9] Beeson P, Phillips C, Corr S, Ribbons W. Classification systems for hallux rigidus: a review of the literature. *Foot Ankle Int* 2008;29(4):407–14.

- [10] BR. The foot: pathology, aetiology, semiology, clinical investigation and treatment. In: edn. Berlin: Springer; 1986: 335-350.
- [11] Waizy H, Czardybon MA, Stukenborg-Colsman C, Wingenfeld C, Wellmann M, Windhagen H, Frank D. Mid- and long-term results of the joint preserving therapy of hallux rigidus. *Arch Orthop Trauma Surg* 2010;130(2):165–70.
- [12] Moberg E. A simple operation for hallux rigidus. *Clin Orthop Relat Res* 1979;(142):55–6.
- [13] Bonney G, Macnab I. Hallux valgus and hallux rigidus; a critical survey of operative results. *J Bone Joint Surg Br* 1952;34-B(3):366–85.
- [14] Engelhardt PS, R, Wanivenhaus, A. Operationen am Hallux und Metatarsale 1. In: *Orthopädische Fußchirurgie*. 2 edn. Edited by Engelhardt PS, R.; Wanivenhaus, A.: Springer; 2018: 131-232.
- [15] Liszka H, Gadek A. Comparison of the Type of Fixation of Akin Osteotomy. *Foot Ankle Int* 2018, 1071100718816052.
- [16] Citron N, Neil M. Dorsal wedge osteotomy of the proximal phalanx for hallux rigidus. Long-term results. *J Bone Joint Surg Br* 1987;69(5):835–7.
- [17] Blyth MJ, Mackay DC, Kinninmonth AW. Dorsal wedge osteotomy in the treatment of hallux rigidus. *J Foot Ankle Surg* 1998;37(1):8–10.
- [18] Kilmartin TE. Phalangeal osteotomy versus first metatarsal decompression osteotomy for the surgical treatment of hallux rigidus: a prospective study of age-matched and condition-matched patients. *J Foot Ankle Surg* 2005;44(1):2–12.
- [19] Polzer H, Polzer S, Brumann M, Mutschler W, Regauer M. Hallux rigidus: Joint preserving alternatives to arthrodesis - a review of the literature. *World J Orthop* 2014;5(1):6–13.
- [20] Dickerson JB, Green R, Green DR. Long-term follow-up of the Green-Watermann osteotomy for hallux limitus. *J Am Podiatr Med Assoc* 2002;92(10):543–54.
- [21] Bryant AR, Tinley P, Cole JH. Plantar pressure and joint motion after the Youngswick procedure for hallux limitus. *J Am Podiatr Med Assoc* 2004;94(1):22–30.
- [22] Derner R, Goss K, Postowski HN, Parsley N. A plantar-flexor-shortening osteotomy for hallux rigidus: a retrospective analysis. *J Foot Ankle Surg* 2005;44(5):377–89.
- [23] Jung HG, Zaret DI, Parks BG, Schon LC. Effect of first metatarsal shortening and dorsiflexion osteotomies on forefoot plantar pressure in a cadaver model. *Foot Ankle Int* 2005;26(9):748–53.
- [24] Weber JR, Aubin PM, Ledoux WR, Sangeorzan BJ. Second metatarsal length is positively correlated with increased pressure and medial deviation of the second toe in a robotic cadaveric simulation of gait. *Foot Ankle Int* 2012;33(4):312–9.
- [25] Coughlin MJ. Lesser-Toe Abnormalities. *J Bone Joint Surg* 2002;84 A(8):1446–66.
- [26] Espinosa N, Brodsky JW, Maceira E. Metatarsalgia. *J Am Acad Orthop Surg*, 18(8):474-485.