

Renée A. Fuhrmann

Kleinzehendeformitäten: ein Update

Zusammenfassung:

Kleinzehenfehlstellungen weisen eine große Variabilität auf und sind meist kombiniert mit weiteren krankheitswertigen Veränderungen der Vorfußgeometrie. Die genaue klinische Untersuchung ist unverzichtbar, um die Kleinzehenfehlstellungen auf den unterschiedlichen Gelenk-niveaus beurteilen zu können. Befundabhängig muss die Behandlungsstrategie, die sowohl die Weichteile als auch die knöchernen Strukturen adressiert, festgelegt werden. Ein physiologisch ausgerichtetes und stabiles Zehengrundgelenk ist die Voraussetzung für eine erfolgreiche Behandlung der Deformität. In Höhe der Interphalangealgelenke ist der Ausgleich der Gelenkfehlstellungen über eine Arthrodesse oder Resektionsarthroplastik die Methode der Wahl. Die minimalinvasiven Operationstechniken verfolgen eine andere Behandlungsstrategie und basieren im Kleinzehenbereich maßgeblich auf phalangealen Osteotomien und Tenotomien.

Schlüsselwörter:

Krallenzehe, Hammerzehe, Mallet-Zehe, Kleinzehen, plantare Platte

Zitierweise:

Fuhrmann R: Kleinzehendeformitäten: ein Update. OUP 2019; 8: 076–081

DOI 10.3238/oup.2019.0076–0081

Einleitung

Die Klassifikation der Kleinzehendeformitäten wird durch eine uneinheitliche Nomenklatur erschwert. Während die isolierten Beugefehlstellungen im Zehenendgelenk in Anlehnung an die anglo-amerikanische Einteilung als Mallet-Zehe klassifiziert werden, sind es vor allem die Beugefehlstellungen im Kleinzehenmittelgelenk, die synonym sowohl als Hammerzehe als auch als Krallenzehe bezeichnet werden. Dies ist von untergeordneter Bedeutung, solange die Fehlstellungen im Grund-, Mittel- und Endgelenkniveau definiert und in das Behandlungskonzept einbezogen werden.

Die Fehlstellung der Kleinzehen kann eine Ebene betreffen oder mehrdimensional sein:

1. Sagittalebene: Überstreckung im Grundgelenk, Beugung im Mittel- und Endgelenk

2. Transversalebene: mediale oder laterale Achsenabweichung
3. Frontalebene: supinatorische oder pronatorische Verdrehung.

Diagnostik

Eine klinische Untersuchung des Fußes und der unteren Extremitäten stellt die Basis einer Therapieplanung dar. Neben der Erhebung des Lokalbefunds sind funktionelle Beeinträchtigungen (z.B. Verkürzung des M. gastrocnemius, Schwäche der Fußheber, Tenodeseeffekte) für die Festlegung der Behandlung ebenso bedeutsam, wie die Beachtung der Rückfußorientierung und der Längswölbung.

Die Befunderhebung im Bereich des Vorfußes beginnt mit der **Inspektion** des Fußes im Stand: Im entspannten und aufrechten Stand des Patienten kann festgestellt werden, ob die Zehenkuppen den Boden berühren. Rötungen und Schwielenbildungen über den streckseitigen

Mittelgelenken, den Zehenkuppen oder dem lateralen Aspekt der Zehe V sprechen für eine lokal vermehrte Druck- und Scherbelastung. Am sitzenden oder liegenden Patienten ist eine Inspektion der Fußsohle (Schwielen unter den Mittelfußköpfen) und der Zehenzwischenräume (hard corn, soft corn, Mykosen) möglich (Abb. 1a–b).

Die **Palpation** umfasst den streck- und beugeseitigen Gelenkspalt des Zehengrundgelenks und der Interphalangealgelenke, die plantaren Mittelfußköpfe und ggf. auch den Zehenzwischenraum. Differenzialdiagnostisch sollte der Intermetatarsalraum bei diffusen Vorfußschmerzen immer mituntersucht werden, um eine Morton-Neuralgie zu erfassen.

Die **Funktion** der Kleinzehen kann aktiv und passiv beurteilt werden. Bereits am stehenden Patienten lässt sich beurteilen, ob die Kleinzehen einen suffizienten Bodenkontakt

Lesser toe deformities: an update

Summary: Lesser toe deformities present with various entities. Therefore thorough clinical assessment is mandatory to analyze malalignment at the 3 different joint lines. Attributed to the clinical and radiological findings soft tissue procedures (including plantar plate repair) and osteotomies of the lesser metatarsals have to be combined. A well aligned and stable metatarsophalangeal joint is always the keystone to a successful treatment of a lesser toe deformity. At the interphalangeal level, stabilization of the concerned joints via arthrodesis or resection arthroplasties is the method of choice. The strategy of minimally invasive surgery at the lesser toes differs from open procedures focusing on phalangeal osteotomies and tenotomies.

Keywords: hammer toe, claw toe, mallet toe, lesser toes, plantar plate

Citation: Fuhrmann R: Lesser toe deformities: an update. OUP 2019; 8: 076–081

DOI 10.3238/oup.2019.0076–0081

haben bzw. ob dieser durch eine aktive Flexion hergestellt werden kann (z.B. Paper Grip-Test) [9]. Am sitzenden oder liegenden Patienten ist die Simulation der Zehenposition unter Belastung durch den Push-up-Test möglich. Die Untersuchung der aktiven Beugung und Streckung der Kleinzehen (auch gegen Widerstand) ist erforderlich, um die Funktion der Streck- und Beugemuskulatur einschätzen zu können.

Die Erfassung der Gelenkstabilität beinhaltet am Zehengrundgelenk den dorso-plantaren Schubladentest, mit dem sich eine Insuffizienz der plantaren Stabilisatoren erfassen lässt. In Höhe der Interphalangealgelenke ist die Überprüfung der Gelenkstabilität in der Transversal- und Sagittalebene entscheidend. Fehlstellungen müssen hinsichtlich ihrer passiven Ausgleichbarkeit (flexible/kontrakte Deformität) untersucht werden, da dies die Wahl des Operationsverfahrens beeinflusst. Die abschließende Überprüfung von Sensibilität und Durchblutung ist obligater Bestandteil jeder präoperativen Befunderhebung.

Die Befunderhebung des stehenden Patienten auf einem Spiegel-Podoskop oder eine Fußdruckmessung sind optionale Ergänzungen zum klinischen Befund.

Die **bildgebende Diagnostik** von Kleinzehendeformitäten besteht in einer Röntgenaufnahme des belasteten Vorfußes (antero-posterior und seitliche Projektion). Schrägaufnahmen (z.B. zur Frakturdiagnostik) und



Abbildung 1a–b Dorsale Subluxation im Zehengrundgelenk und Beugefehlstellung im Kleinzehe mittelgelenk **a)** mit ausgeprägter plantarer Schwieler unter dem Mittelfußkopf **b)**

die Sprinteraufnahme (Darstellung des metatarsalen Alignments) sind besonderen Fragestellungen vorbehalten. Die MRT ist zur Diagnostik von Erkrankungen der Synovialis und der gelenkumgebenden Weichteile, aber auch zum Nachweis eines Bone bruise, hilfreich. Die Indikation zur Durchführung einer CT ist selten, kann jedoch bei tumoröser Destruktion der Zehen (z.B. Enchondrom) gegeben sein.

Therapie

Die Behandlungsstrategie von Kleinzehendeformitäten basiert auf der Wiederherstellung

- einer physiologischen und stabilen Gelenkstellung im Kleinzehegrundgelenk und
- einer funktionellen und stabilen Ausrichtung der Kleinzehe im Mittel- und Endgelenk.

Diese Behandlungsziele erfordern eine individuelle Therapieplanung mit Festlegung befundangemessener knöcherner und weichteiliger Korrektur-

maßnahmen. Zu berücksichtigen ist, dass die Entwicklung des operationstechnischen Konzepts immer am Zehengrundgelenk beginnt und erst dann nach distal fortgesetzt wird. Nur nach Wiederherstellung einer physiologischen Ausrichtung des Zehengrundgelenks ist ein Eingriff an den Zehemittel- und -endgelenken erfolgversprechend.

Ebenso ist eine Spreizfuß- und Hallux-valgus-Fehlstellung mit zu beachten. Auch bei einer asymptomatischen Hallux-valgus-Deformität ist eine Stellungenkorrektur am 1. Strahl empfehlenswert, um die Lastaufnahme durch den 1. Strahl wiederherzustellen und die krankhaft gesteigerte Überbelastung des zentralen Mittelfußes zu reduzieren [12].

Die Notwendigkeit zur Längenanpassung der Metatarsalia II–IV wird unverändert kontrovers beurteilt. Liegt eine dorsale Subluxation im Zehengrundgelenk II–IV mit propulsiver Metatarsalgie vor und besteht gleichzeitig eine relative Überlänge

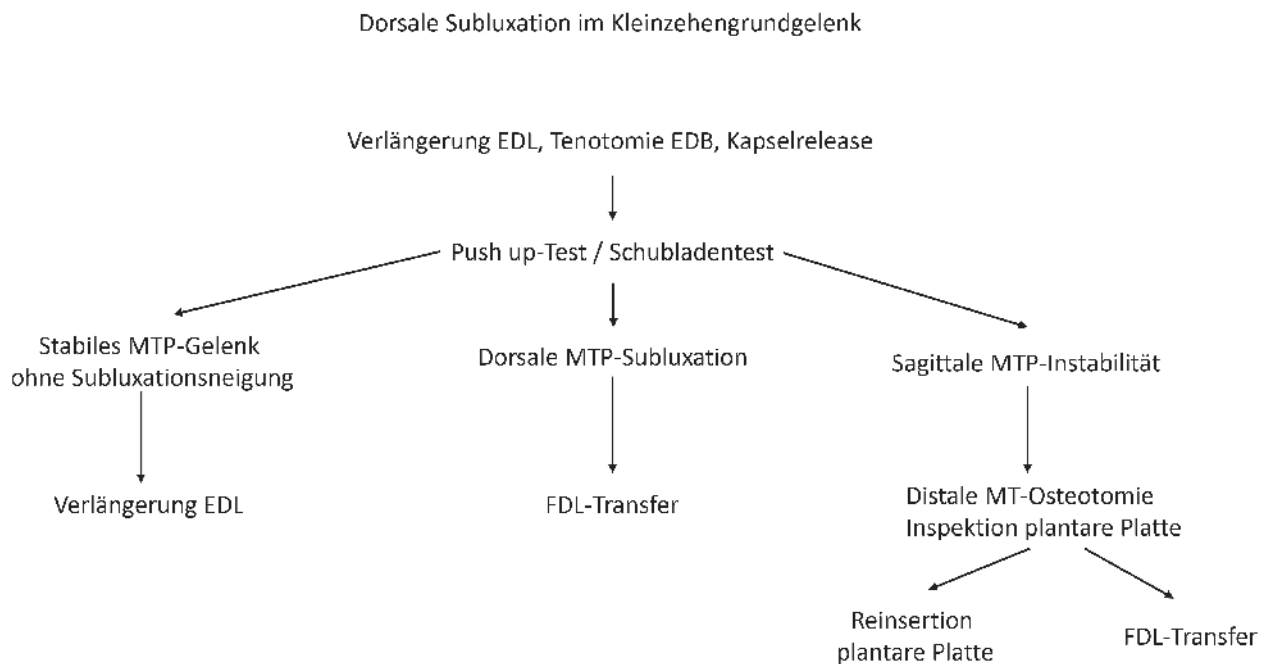


Abbildung 2 Therapiealgorithmus bei chronischer dorsaler Subluxation im Zehengrundgelenk. EDB: Extensor digitorum brevis; EDL: Extensor digitorum longus; FDL: Flexor digitorum longus; MT: Metatarsale; MTP-Gelenk: Metatarsophalangealgelenk

des betreffenden Mittelfußstrahls, so sollte die Indikation zur Längenanpassung großzügig gestellt werden, um eine Belastungsreduktion unter dem Mittelfußkopf zu bewirken.

Oft ergibt sich intraoperativ nach Stellungskorrektur einer einzelnen Zehe die Indikation zu einem Weichteileingriff an den benachbarten Zehen (z.B. Verlängerung der langen Strecksehne oder Tenotomie der langen Beugesehne). Diese Zusatz-Eingriffe sollten präoperativ mit dem Patienten besprochen werden.

Zehengrundgelenke

Chronische dorsale Subluxation (Abb. 2): Die Patienten berichten in aller Regel über eine Metatarsalgie und/oder Schmerzen über dem beugekontrahierten Kleinzehegrundgelenk.

Klinisch stehen die dorsale Subluxation im Zehengrundgelenk und die Schwielenbildung unter dem betreffenden Mittelfußkopf im Vordergrund. Meist ist diese Fehlstellung kombiniert mit einer Beugestellung im Kleinzehegrundgelenk. Das Druckschmerzmaximum befindet sich in aller Regel unter dem Mittelfußkopf.

Ein positiver Schublادentest deutet auf ein Versagen der plantaren Stabilisatoren hin. Die dorsale Subluxation kann fixiert oder beim Push-up-Test passiv ausgleichbar und ggf. mit einer transversalen Fehlstellung kombiniert sein. In diesem Fall ist das Vorliegen einer Insuffizienz der plantaren Platte wahrscheinlich (Abb. 3). Röntgenologisch ist neben der Einschätzung des Gelenkzustands die Beurteilung des metatarsalen Alignments von Bedeutung.

Die operative Behandlung beginnt mit einer Entspannung der streckseitigen Weichteile. Hierzu wird eine Z-förmige Tenotomie der Extensor digitorum longus (EDL)-Sehne durchgeführt. Die Länge der Tenotomie sollte in Abhängigkeit vom Befund 1–2 cm betragen und bevorzugt proximal des Zehengrundgelenks angelegt werden. Die Extensor digitorum brevis (EDB)-Sehne wird, soweit kein subligamentärer Transfer zum Ausgleich einer transversalen Zehenfehlstellung geplant ist, in Höhe des Zehengrundgelenks quer tenotomiert. Nun erfolgt das Kapselrelease in Höhe des Zehengrundgelenks. Der Gelenkspalt kann

in aller Regel durch manuellen Längszug an der betreffenden Zehe identifiziert werden. Ist dies bei chronischen Luxationen nicht möglich, beginnt das Kapselrelease an der Grundgliedphalanx. Nach diesem Schritt ist der Mittelfußkopf dargestellt und kann hinsichtlich seines Knorpelzustands beurteilt werden. Besteht im dorsalen und zentralen Drittel ein relevanter Knorpelschaden oder eine durch das nach dorsal luxierte Grundglied hervorgerufene sekundäre Deformierung des Mittelfußkopfs, so ist eine Osteotomie (dorsale Closing-Wedge-Osteotomie oder distale Verkürzungsosteotomie) empfehlenswert.

Durch einen intraoperativen Push up-Test lässt sich erkennen, ob es nach diesen Maßnahmen zu einem spannungsfreien Ausgleich der Fehlstellung (ohne Subluxationsneigung) im Zehengrundgelenk kommt. Ist auch der Schublادentest negativ, kann der Eingriff nun am Kleinzehegrundgelenk fortgesetzt werden. Besteht bei dieser Befundkonstellation jedoch eine anlagebedingte Überlänge des Mittelfußstrahls, so sollte die Indikation zu einer verkürzenden



Abbildung 3 Hallux-valgus-Fehlstellung mit dorsaler Luxation im Zehengrundgelenk und Cross-over-Deformität der Zehe II



Abbildung 4 Röntgenaufnahme des Vorfußes nach Korrekturarthrodese des ersten Mittelfußgelenks und Stabilisation des Zehenmittelgelenks II über ein intramedulläres Implantat



Abbildung 5 Röntgenaufnahme des Vorfußes nach Arthrodesen der Zehenendgelenke II-V (an der Zehe V mit Arthrodesese des Zehenmittelgelenks)

metatarsalen Osteotomie großzügig gestellt werden, um die Belastung auf das Zehengrundgelenk zu reduzieren und einem Fehlstellungsrezidiv vorzubeugen.

Besteht beim Push up-Test unverändert eine dorsale Subluxation, so kann bei negativem Schubladentest ein Transfer der Flexor digitorum longus (FDL)-Sehne (Girdlestone-Taylor-Prozedur) angeschlossen werden [1]. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich um eine Tenodesse handelt, sodass postoperativ die aktive Beweglichkeit im Zehengrundgelenk eingeschränkt ist.

Bei einer klinisch nachvollziehbaren sagittalen Instabilität mit positivem Schubladentest oder einer zusätzlichen transversalen Instabilität muss der Eingriff erweitert werden. Nach Anlegen einer distalen Metatarsale-Osteotomie (z.B. Weil-Osteotomie) und Verschieben des Mittelfußkopfs nach proximal wird die plantare Platte inspiziert.

Je nach Befund [10] kann eine direkte Naht oder transossäre Reinsertion der phalangealen Insertion erfolgen. Das metatarsale Alignment sollte anschließend ausgeglichen werden ($I = II$ oder $I > II$), um einer vermehrten mechanischen Belastung der plantaren Platte vorzubeugen. Bei ausgeprägter degenerativer Rissbil-

dung ist eine Rekonstruktion hingegen nicht erfolgversprechend, sodass nach der Osteosynthese der distalen Metatarsale-Osteotomie ein FDL-Transfer indiziert ist.

Flint et al. [4] haben eine prospektive Studie (12 Monate) an 97 Patienten (138 Zehengrundgelenke) mit einer operativ behandelten Ruptur der plantaren Platte publiziert. Die aktive und passive Beweglichkeit im Kleinzehengrundgelenk war postoperativ signifikant reduziert. Der Bodenkontakt der betroffenen Zehen konnte signifikant verbessert werden. Der AOFAS-Score verbesserte sich von 49 Punkten (präoperativ) auf 81 Punkte (postoperativ). Zu berücksichtigen ist bei diesen Ergebnissen allerdings, dass bei allen Patienten eine metatarsale Verkürzungsosteotomie und bei 90 % der Patienten weitere Korrekturmaßnahmen am Vorfuß durchgeführt wurden, sodass die Behandlungsergebnisse nicht allein auf die Rekonstruktion der plantaren Platte zurückgeführt werden können.

Transversale Fehlstellung

Eine transversale Achsenabweichung in Höhe des Zehengrundgelenks (z.B. Cross-over-toe) ist meist die Konsequenz einer Instabilität der plantaren Platte. Insoweit orientiert sich der

Behandlungsalgorithmus an der Therapie der dorsalen Subluxation.

Bei lange vorbestehender medialer Deviation der Zehe im Grundgelenk kann ein FDL-Transfer mit asymmetrischer Anspannung der Sehnenzüge oder ein subligamentärer Transfer der lateral liegenden EDB-Sehne durchgeführt werden. Ist auch durch diese Weichteiltechnik keine orthograde Ausrichtung der Zehe in der Transversalebene zu erreichen, besteht die Möglichkeit einer suprabasalen Closing-Wedge-Osteotomie am Zehengrundglied. Die Fixation erfolgt über eine transossäre Naht oder einen axial eingebrachten Kirschner-Draht.

Zehenmittelgelenke

Isolierte Deformitäten der Zehenmittelgelenke sind selten; meist handelt es sich um eine Beugefehlstellung, die flexibel oder kontrakt ist. Die Patienten berichten über Druckschmerzen und einen Schuhkonflikt über der Streckseite des Gelenks. Klinisch korrespondieren diese Angaben mit einer Rötung oder Schwellenbildung über dem streckseitigen Mittelgelenk. Auch bei scheinbar isolierter Flexionsfehlstellung im Zehenmittelgelenk muss durch den Push up-Test sichergestellt sein, dass keine begleitende dorsale Subluxati-

on im Zehengrundgelenk vorliegt. Eine flexible Beugefehlstellung im Zehenmittelgelenk kann durch einen Transfer der FDL-Sehne behandelt werden [1]. Zu beachten ist, dass sich die Zehenlänge durch diese Operation relativ verlängert. Bei einer anlagebedingten griechischen Vorfußkonstellation (Zehe II > I) ist die Indikation deshalb kritisch zu überprüfen bzw. Begleiteingriffe (z.B. Verkürzung des Grundglieds) zu erwägen.

Eine kontrakte symptomatische Beugefehlstellung im Zehenmittelgelenk erfordert zur Stellungsänderung eine Arthrodesse oder Resektionsarthroplastik. Zur Durchführung der Arthrodesse gibt es zahlreiche Operationstechniken (plane Resektion der Gelenkflächen, Peg-in-hole-Technik und Osteosyntheseverfahren (axialer Kirschner-Draht mit/ohne Zerklage, Schraube)). Bei diesen Operationstechniken ist die Einstellung des Mittelgelenks in einer Beugstellung von 10–20° anzustreben, jedoch nur schwer zu realisieren. Dies kann, wenn das Mittelgelenk in Streckung oder Hyperextension ausgeheilt ist, belastungsabhängige Beschwerden und einen ungenügenden Bodenkontakt der betreffenden Zehe zur Folge haben.

Bei einer Transfixation der Interphalangealgelenke mit einem Kirschner-Draht ist zu berücksichtigen, dass bei einer Fixationsdauer von 3 Wochen mit einer höheren Rate an Fehlstellungsrezidiven zu rechnen ist, als bei einer 6-wöchigen Stabilisation [8]. In einer retrospektiven Studie an 1115 Zehen (Zehenmittelgelenk-arthrodesse mit Kirschner-Draht-Fixation) haben Kramer et al. [7] nach durchschnittlich 20 Monaten 3,5 % Drahtmigrationen, 0,3 % Pin-Infektionen und 2,1 % Fehlstellungen gesehen. Bei 0,4 % war eine Amputation wegen Durchblutungsstörung und bei 3,5 % eine Revisionsoperation wegen eines Fehlstellungsrezidivs erforderlich.

Die intramedullären Implantate zur Stabilisation der Arthrodesse des Zehenmittelgelenks werden in unterschiedlichen Beugstellungen angeboten, sodass hierdurch die physiologische Beugstellung gewährleistet werden kann (Abb. 4). Die Ergebnisse



Abbildung 6a–b Klinischer Befund einer Digitus-quintus-varus-superductus-Deformität, **a)** präoperativ, **b)** postoperativ)

nach Mittelgelenk-arthrodesen mit einem intramedullären Implantat sind gut. Coillard et al. [3] haben die Ergebnisse einer Multicenter-Studie bei 117 Patienten (156 Zehen) publiziert und dargestellt, dass nach 12 Monaten bei 84 % der Gelenke eine knöchern ausgeheilte Arthrodesse nachzuweisen war. Der AOFAS-Score konnte von 40,4 Punkten präoperativ auf 85,5 Punkte postoperativ gesteigert werden. Vergleichbare Resultate hinsichtlich der Knochenheilung sind nach Verwendung einer resorbierbaren Polylactid-Schraube zu erwarten. Wendelstein et al. [14] haben hierzu ihre 3-Jahres-Ergebnisse von 24 Patienten (26 Zehen) publiziert und eine knöcherne Ausheilungsrate von 85 % beschrieben. In diesem Klientel kam es jedoch in 7,7 % zu asymptomatischen Fehlstellungsrezidiven.

Die Resektionsarthroplastik am Zehenmittelgelenk hat zur Behandlung der fixierten Beugekontraktur unverändert ihren Stellenwert. Wenn auf eine Transfixation mit einem Kirschner-Draht verzichtet wird, muss die Nachbehandlung der postoperativ vorliegenden relativen Instabilität angepasst werden (z.B. Tape-Verbände).

In einer prospektiv randomisierten Vergleichsstudie konnten Schrier et al. [11] nach 1 Jahr keine signifikanten Unterschiede im Behandlungsergebnis und den postoperati-

ven Komplikationen nach Resektionsarthroplastik (39 Zehen) und Mittelgelenk-Arthrodesse (50 Zehen) feststellen.

Zehenendgelenke

Die Mallet-Zehe, also die Beugefehlstellung im Zehenendgelenk (flexibel oder kontrakt), ist die häufigste Deformität. Die Patienten berichten über druckbedingte Beschwerden an den Zehenkuppen. Klinisch ist die Fehlstellung gut zu diagnostizieren. Häufig sind Schwielen an den Zehenkuppen und Zehennageldeformitäten zu erkennen.

Flexible Beugefehlstellungen im Zehenendgelenk können durch eine perkutane FDL-Tenotomie behandelt werden. Kontrakte Deformitäten müssen nach Ausgleich der Fehlstellung durch eine Arthrodesse stabilisiert werden. Dies ist über einen axialen Kirschner-Draht oder eine Schraube zu erreichen (Abb. 5). Resektionsarthroplastiken im Endgelenkbereich sind ebenfalls möglich.

Vergleichsweise selten finden sich beim Erwachsenen symptomatische transversale oder kombinierte Fehlstellungen im distalen Zehenbereich (Curly toe), meist an der Zehe IV. Ursache hierfür kann eine asymmetrische Mittelgliedanlage sein (Delta-Phalanx), die sich röntgenologisch darstellt. In Abhängigkeit vom Zustand des Mittel- und Endgelenks kann eine achsenkorrigierende Clo-

sing-Wedge-Osteotomie des Mittelfglieds [2] oder eine stellungskorrigierende Arthrodese des Endgelenks durchgeführt werden.

Digitus quintus varus

Fehlstellungen der Kleinzehe V sind meist mehrdimensional. Die häufigste Deformität ist die Digitus-quintus varus-superductus-Fehlstellung. Hierbei handelt es sich um eine varische Achsenabweichung der Zehe im Grundgelenk mit supinatorischer Verdrehung und Überlagerung der Zehe IV. Die Patienten klagen über druckbedingte Beschwerden im Schuhwerk. Klinisch ist die Fehlstellung offensichtlich. Sie kann kombiniert sein mit einer Tailor's bunions-Deformität, also einer Prominenz des Mittelfußkopfs V auf dem Boden eines lateral vergrößerten Mittelfußkopfs, einer bogenförmigen Konfiguration des 5. Mittelfußstrahls oder einer Erweiterung des Intermetatarsalwinkels IV/V. Bei dieser Befundkonstellation muss die Fehlstellung auf Mittelfußniveau mit korrigiert werden, um eine Stellungskorrektur der Kleinzehe zu gewährleisten.

Zur Behandlung einer isolierten Digitus-quintus-varus-superductus-Fehlstellung ist ein befundangemessener Weichteileingriff indiziert. Dieser besteht in einem dorsomedialen Kapselrelease und einer Verlagerung der Extensor digiti minimi-Sehne auf die Aponeurose des M. abductor digiti quinti (Lapidus-Sehnentransfer) [5] (Abb. 6a–b). Mit einer reinen Hauterweiterungsplastik in der 4. Kommissur (Operation nach Butler) lässt sich beim Erwachsenen keine ausreichende Stellungskorrektur erzielen. Die Debasierung des Grundglieds oder die vollständige Grundgliedresektion (Operation nach Ruiz Mora) bleiben Ausnahmeindikationen vorbehalten [13].

Minimalinvasive Operationstechniken

Die minimalinvasiven Operationstechniken zur Korrektur von kontrakten Kleinzehendeformitäten haben einen anderen therapeutischen Ansatz als das konventionelle Vorgehen. Die Stellungskorrektur erfolgt hier über suprabasale Osteotomien der Phalangen, Tenotomien und Arthrolysen [6].

In einer australischen Studie konnten 179 Patienten nach einer minimalinvasiven Korrektur von 299 Kleinzehen nach durchschnittlich 12 Monaten hinsichtlich der Komplikationen nachuntersucht werden. Bei 0,56 % kam es zu einer perioperativen Infektion, bei 0,67 % bestand eine unzureichende Stellungskorrektur (revisionspflichtig). Bei einem Vergleich der Behandlungsergebnisse (Nachbeobachtung 6 Monate) einer konventionell offenen Arthrodese des Zehenmittelgelenks mit einem minimalinvasiven Vorgehen (Osteotomie von Grund- und Mittelfglied) konnten Yassin et al. [15], abgesehen von einer höheren Rate an Wundinfektionen beim konventionell offenen Vorgehen, keine signifikanten Unterschiede feststellen.

Interessenkonflikte:

Keine angegeben.

Literatur

1. Arbab D, Frank D, Bouillon B, Lüning C: Behandlung flexibler Kleinzehendeformitäten. *Operat Orthop Traumatol* 2017; 29: 452–458
2. Choy JY, Park HJ, Suh JS: Operative treatment for fourth curly toe deformity in adults. *Foot Ankle Int* 2015; 36: 1089–1094
3. Coillard JY, Petri GJ, van Damme G, Deprez P, Lafenêtre O: Stabilization of proximal interphalangeal joint in lesser toe deformities with an angulated intramedullary implant. *Foot Ankle Int* 2014; 35: 401–407
3. Flint WW, Macias DM, Jastifer JR, Doty JF, Hirose CB, Coughlin MJ: Plantar plate repair for lesser metatarsophalangeal joint instability. *Foot Ankle Int* 2017; 38: 234–242
4. Fuhrmann R, Pillukat T: Transfer der Extensor digitorum longus-Sehne zur Behandlung des flexiblen Digitus quintus varus superductus. *Operat Orthop Traumatol* 2014; 26: 98–105
5. Gilheany M, Baarini O, Samaras B: Minimally invasive surgery for pedal digital deformity: an audit of complications using national benchmark indicators. *J Foot Ankle Res* 2015; 8: 17
6. Klammer G, Baumann G, Moor BK, Farshad M, Espinosa: Early complications and recurrence rates after Kirschner wire transfixation in lesser toe surgery: a prospective randomi-

zed study. *Foot Ankle Int* 2012; 33: 105–112

7. Kramer WC, Parman M, Marks RM: Hammertoe correction with K-wire fixation. *Foot Ankle Int* 2015; 36: 494–502
8. Menz HB, Zammit GV, Munteanu SE, Scott G: Plantarflexion strength of the toes: age and gender differences and evaluation of a clinical screening test. *Foot Ankle Int* 2006; 27: 1103–1108
9. Nery C, Coughlin MJ, Baumfeld D, Mann TS: Prospective evaluation of protocol for surgical treatment of lesser MTP joint plantar plate tears. *Foot Ankle Int* 2014; 35: 876–885
10. Schrier JS, Keijsers NL, Matricali GA, Louwerens JWK, Verheyen CC: Lesser toe PIP joint resection versus PIP joint fusion. A randomized clinical trial. *Foot Ankle Int* 2016; 37: 569–575
11. Slullitel G, López V, Calvi JP: Effect of first ray insufficiency and metatarsal index on metatarsalgia in hallux valgus. *Foot Ankle Int* 2015; 37: 300–306
12. Vispo Seara JL, Walther M: Die Operation nach Ruiz-Mora beim fixierten Digitus quintus superductus et subductus. *Operat Orthop Traumatol* 2000; 12: 75–83
13. Wendelstein JA, Goger P, Bock P, Schuh R, Trnka HJ: Bioabsorbable fixation screw for proximal interphalangeal arthrodesis of lesser toe deformities. *Foot Ankle Int* 2017; 38: 1020–1025
14. Yassin M, Garti A, Heller E, Robinson D: Hammertoe correction with K-wire fixation compared with percutaneous correction. *Foot Ankle Spec* 2016; 10: 421–427



Korrespondenzadresse

PD Dr. med. Renée A. Fuhrmann

Klinik für Fuß- und Sprunggelenkchirurgie

**Rhön-Klinikum Campus Bad Neustadt
Von-Guttenberg-Straße 11**

97616 Bad Neustadt a.d. Saale

ReneeAndrea.Fuhrmann@campus-nes.de