

Gesperrrter Abrollvorgang als Ursache für Metatarsalgie

Gerritje Derks-Roskam; Karel Derks: Neue Befunde deuten darauf hin, dass der Grund für eine Metatarsalgie nicht wie bisher angenommen in einem Durchtreten der Querwölbung besteht. Vielmehr liegt die Ursache in einer funktionellen Sperrung des Abrollvorgangs des Mittelfußknochens.

Die Metatarsalgie zählt zu den am häufigsten vorkommenden Fußbeschwerden, bedeutet wörtlich Schmerzen im Mittelfuß (Metatarsus) und beschreibt also ein Symptom. Die Bezeichnung Metatarsalgie bezieht sich auf Schmerzen unter dem Ballen des Fußes, sprich: auf den vorderen Bereich des Mittelfußes. Cailliet (1) definiert Metatarsalgie als Schmerz und Empfindlichkeit der plantaren Köpfe der Mittelfußknochen, die entstehen wenn sich die Querwölbung des Fußes senkt und die mittleren Mittelfußknochen ein außergewöhnlich großes Gewicht zu tragen bekommen.

Obwohl es verschiedene Ursachen für Schmerzen unter dem Ballen des Fußes geben kann, werden die Begriffe Metatarsalgie, Pes transversus planus und Spreizfuß in der Praxis synonym verwendet.

Bei einem normalen Fuß besteht eine Querwölbung auf der Höhe der Metatarsalköpfe. Metatarsalgie beim Pes transversus planus wird durch ein „Durchtreten oder Spreizen“ der Querwölbung auf der Höhe der Metatarsalköpfe erklärt. Das vorgespannte Quergewölbe fehlt und die Wölbung kann sich sogar plantarwärts konvex ausrichten.

Beim Stehen ist der Fuß durch erschlaffte Bänder oder kurze Fußmuskeln verbreitert. Als Folge entsteht eine Überbelastung der betroffenen Metatarsalköpfe, die mit stärkerer Hornhaut-, manchmal auch mit Schwielenbildung einhergeht. Auch bei Krallen- und Hammerzehen entsteht eine derartige Überbelastung mit Beschwielen (Hyperkeratose) und Schmerzen.

Ausgehend vom Gedanken des durchgetretenen Fußquergewölbes werden bei der Behandlung Einlagen mit einer (hohen) Vorfußstütze angewandt. Eine wissenschaftliche Untersuchung zur Untermauerung der Hypothese bezüglich des Senkens des Quergewölbes in Kombination mit einem Spreizen des Fußes, diagnostische Kriterien sowie Effektivitätsmessungen der Einlagentherapie mit Vorfußstützen fehlen jedoch.

Entgegen der Lehrmeinung

Lavigne und Noviel (2) weisen die Idee eines Quergewölbes bei Belastung zurück. Die verformbare Struktur des Vorfußes ab der Lisfrancschen Gelenklinie wirke wie ein elastischer Stoßdämpfer, sodass während des Gehens alle Metatarsalköpfe Bodenkontakt haben. Das Capiton (Fettkissen) unter dem Fuß spiele eine wichtige Rolle bei der Federung und Stoßdämpfung des Vorfußes. Nach ihrer Meinung wird bei einem normalen Abrollen des Fußes zuerst die Ferse belastet, danach der 1. und 5. Metatarsalkopf, gefolgt von dem Rest des Ballens, dem Gelenk (der Verbindung zwischen Ferse und Ballen) und den Zehen. Lavigne und Noviel (2) wenden drucksenkende Einlagentechniken an.

Statische und dynamische elektronische Fußdruckmessungen widerlegen die Hypothese, dass während des Stehens und Gehens beim gesunden Fuß eine Querwölbung auf der Höhe der Metatarsalköpfe bestünde. Tatsächlich haben alle Köpfe Bodenkontakt (3).

Auch bei schmerzenden Füßen mit plantarer Schwielenbildung unter dem Fußballen stehen – mit einzelnen Aus-

nahmen – alle Metatarsalköpfe mit dem Boden in Kontakt.

Ausnahmen sind zum Beispiel der selten vorkommende Ballen-Hohlfuß, bei dem der Bodenkontakt des Kopfes des 1. und 5. Mittelfußknochens fehlt.

Bei einer Dorsalextensionsdeformation des 1. Strahls oder eines Hochsteigens des Mittelfußknochens 1 (Metatarsus primus elevatus) hat der Kopf des Metatarsale 1 gegenüber der Transversalebene der übrigen Metatarsalköpfe eine normale Mobilität. Er kann weiter nach dorsal, jedoch nicht oder



1 Lokale Schwielenbildung im Ballenbereich infolge der Abrollsperrung der Metatarsalköpfe durch Kompression der Zehen in spitzen Schuhen.



2 Die Fächerform des Fußes beim Neugeborenen.



3 Schrägstände, Verkrümmungen und funktionelle Krallenstände hervorgerufen durch Zusammenpressen der Zehen bei Platzmangel.

nur eingeschränkt in plantarer Richtung bewegt werden (4). Die Dorsalextensionsdeformation des 1. Strahls in Kombination mit einer Supination des hinteren unteren Sprunggelenks (Articulatio subtalaris) verursacht einen verminderten oder fehlenden Bodenkontakt des 1. Metatarsalkopfes.

Abbildung 1 zeigt Füße, bei denen der Bodenkontakt des 2. Metatarsalkopfes fehlt. Eine derartige Abweichung kann entstehen, wenn ein Fuß mit einer Fehlbildung (Dysplasie) der 2. Zehe und des 2. Mittelfußknochens starken und lang anhaltenden Kompressionskräften in zu schmalen und spitzen Schuhen ausgesetzt ist.

In der Kindheit gesund

Die Grundlagen für Fußdeformitäten werden oft schon in der Kindheit gelegt. So zeigt der Fuß des Neugeborenen noch einen charakteristischen fächerförmigen Verlauf: Ab der Ferse fächerförmig verlaufen die Zehen in der Fortsetzung der Mittelfußknochen aus (Abb. 2) Bei fünfjährigen Kindern ist diese Fächerform nur noch zum Teil erhalten (5). In den meisten Kinderschuhen fehlt der Freiraum für die Bewegung der Zehen in dieser Position. Die Zehen werden aneinander gedrückt, wodurch es zu Schrägständen, Verkrümmungen und funktionellen Krallenständen kommt (Abb. 3). Herschel und van Meel (6) gehen davon aus, dass 95 Prozent der Neugeborenen gesunde Füße haben. Aber bereits in der Pubertät hat die Hälfte der Jugendlichen Fußabweichungen.

Abrollvorgang im Blickpunkt

Es stellt sich nun die Frage, welcher Mechanismus bei einer Metatarsalgie Schmerzen und Schwielenbildung unter dem Ballen verursacht.

In den Zehengrundgelenken (Articulationes metatarsophalangeae) finden sich zwei getrennte Bewegungsachsen. Plantarflexion und Dorsalextension finden um die transversale Achse statt; Ab- und Adduktion um die longitudinale Achse. Funktionell sind die Zehengrundgelenke Scharniergelenke, in denen Plantarflexion und Dorsalextension der Zehen stattfinden. Willkürliche seitliche Bewegungen können Erwachsene hingegen kaum machen. Die Gelenke führen nur Bewegungen aus, die senkrecht zu ihren Bewegungsachsen verlaufen. Jede Bewegung, die dem nicht entspricht, führt zu einer Schädigung des Gelenks.

Während des normalen Abrollens des Fußes werden die Zehen am Boden fixiert. Abbildung 4 verdeutlicht den Kontakt des Metatarsalkopfes mit dem Zehengrundglied beim Stehen und Abrollen. Die obere Zeichnung zeigt die Situation während der Stand-, die untere Zeichnung während der Abrollphase. Der obere Teil der Gelenkfläche des Metatarsalkopfes ist rot, der untere Teil grün eingefärbt. Die proximale Gelenkfläche des Zehengrundgelenks ist mit der Farbe Violett gekennzeichnet.

Während des Abrollvorgangs rotiert nun der Kopf des Mittelfußknochens um die violette Gelenkfläche des Zehengrundglieds, sodass nur noch der hier rot dargestellte Teil der Gelenkfläche des Metatarsalkopfes mit der violetten Gelenkfläche korrespondiert.

Die Mm. interossei beeinflussen die Position der Faserknorpelplatten unter den Zehengrundgelenken. Während der Dorsalextension der Zehen verlagern sich die Faserknorpelplatten in distaler Richtung. Die Anspannung der Mm. interossei bewirkt eine Plantarflexion der Zehen in den Zehengrundgelenken. Die Faserknorpelplatten werden kräftig an die Metatarsalköpfe gepresst, während die Extensoren die Dorsalextension im oberen Sprunggelenk bewirken. Die Faserknorpelplatten fungieren dabei als Polster für die Metatarsalköpfe.

Entstehung der Metatarsalgie

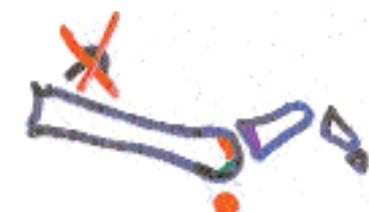
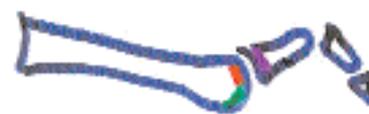
Bei einem gesunden Fuß verläuft die Abrollbewegung mit einem gleichmäßigen Druckaufbau während des Zehenabhebens fließend.

Beim Krallen- oder Hammerzehenstand der 2., 3., 4. und/oder 5. Zehe stehen die Gelenkflächen der Ze-

hengrundgelenke bereits in ihrer dorsalen Endstellung (Abb. 5 oben) Der rot markierte Teil der Gelenkfläche des Metatarsalkopfes korrespondiert mit der violetten Gelenkfläche des proximalen Zehengrundglieds. Während des Abrollens können die Köpfe der jeweiligen Mittelfußknochen biomechanisch nicht (weiter) um die violette Gelenkfläche des Zehengrundglieds rotieren (Abb. 5 unten). Es entsteht eine Sperre im Metatarsalkopf-abrollvorgang und unter den Köpfen tritt eine Spitzenbelastung in Erscheinung. Infolge der Dorsalextension der Zehengrundglieder sind die Faserknorpelplatten in distaler Richtung verlagert. Ihre Polsterwirkung wird durch die blockierte Rotation der Metatarsalköpfe gehemmt. Bei anhaltender Blockierung des Abrollens der Metatarsalköpfe

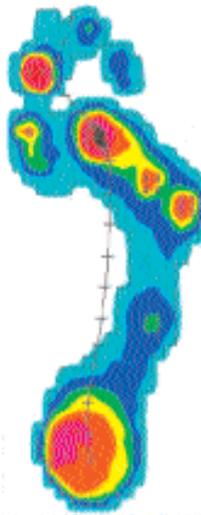


4 Der Kontakt des Metatarsalkopfes mit dem Zehengrundglied beim Stehen (oben) und Abrollen (unten).



5 Bei einem Krallenstand befindet sich das Zehengrundglied der Zehe in seiner dorsalen Endstellung (oben). Während des Abrollens kann der Metatarsalkopf biomechanisch nicht weiter rotieren und es entsteht eine Abrollsperrung mit Spitzenbelastung unter dem Metatarsalkopf (unten).

6 Elektronische Fußdruckmessung. Die vertikale Linie stellt die Gaitlinie dar. Alle Scans (horizontale Linien) haben den gleichen zeitlichen Abstand.



über einen längeren Zeitraum hinweg entsteht unter dem Ballen zuerst eine lokal verstärkte Hornhautbildung. Später kommt es zu Schwielen und Schmerzen.

Das dynamische Podogramm (Trittspur während der Gehbewegung) zeigt auf Höhe der betroffenen Metatarsalköpfe Stellen mit stärkerem Tintenauftrag, so genannte Überdruckstellen. Ein Schrägstand der Zehengrundglieder (Abb. 1 und 3) in Folge einer Kompression der Zehen im Schuh, fördert die Beschädigung der Zehengrundgelenke.

Sichtbarmachen der Sperren

Die elektronische Fußdruckmessung (3), bei der Druck in Farben wiedergegeben wird, macht Sperren im Abrollvorgang sichtbar. Die Druck- und Farbspanne baut sich von 0,03 bis 1 Kilogramm pro Quadratzentimeter (hellblau) bis zu 9 bis 17 Kilogramm pro Quadratzentimeter (rot) auf. Abbil-

dung 6 zeigt eine solche dynamische elektronische Fußdruckmessung. Die vertikale Linie ist die Schwerpunktlinie (Gaitline). Alle Scans (die horizontalen Striche auf der Gaitline) haben den gleichen zeitlichen Abstand. Wenn die Striche näher bei einander liegen, bedeutet das eine Verzögerung im Abrollen. Liegen sie übereinander, so besteht eine Sperre im Abrollen. Auf der Abbildung zeigt sich, dass der Druck unter dem Ballen hoch ansteigt, während das Abrollen des Fußes gleichzeitig stockt.

Das Stocken des Abrollens lässt sich noch deutlicher wiedergeben, wenn alle Scans für eine weitere Analyse nebeneinander projiziert werden. Abbildung 7 zeigt 43 aufeinander folgende Aufnahmen des Fußes. Die Scans Nummer 20 bis 36 sind identisch, da das Abrollen gesperrt ist.

Bei der plantaren Inspektion des unbelasteten Fußes auf der Untersuchungsbank kann beurteilt werden, in welcher Position und Beziehung die Zehenkissen zum Ballen stehen. Auf Abbildung 1 sind die Folgen von hochgezogenen Zehen sichtbar: Beschwielung unter dem Ballen, während die Zehenkissen an den Ballen gepresst sind. Die Zehen haben sich der komprimierenden Form von spitzen Schuhen angeglichen.

Falsches Schuhwerk als Ursache

Etwa 80 Prozent der Menschen, die mit Fußbeschwerden zu uns ins Zentrum für Podologie kommen, tragen Schuhe,

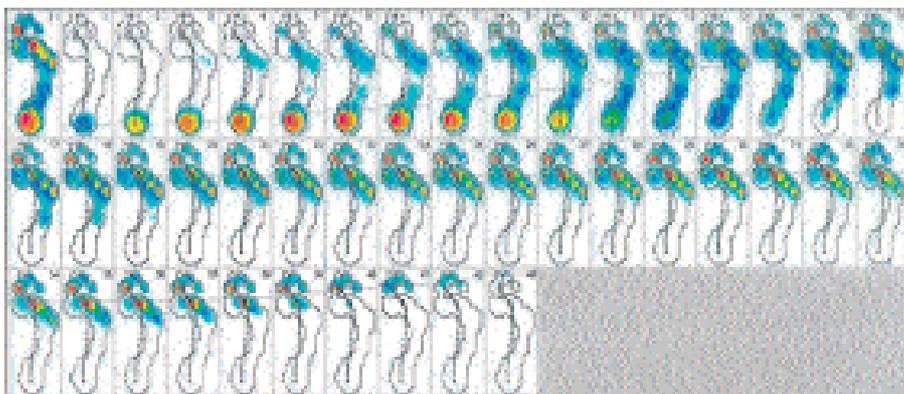
in denen die Zehen komprimiert werden. Die Schuhe sind entweder ein bis zwei Nummern zu klein, die Füße verschieben sich in zu breiten Schuhen nach vorne oder der Teil für die Zehen ist zu schmal. Gewöhnlich sind sich die Patienten dessen nicht bewusst.

Die sagittale Kompression der Zehen führt zu der oben beschriebenen funktionellen Sperre im Abrollen der Metatarsalköpfe. Welche Deformität letztlich entsteht, wird auch von der Veranlagung des Fußes bestimmt. Abbildung 8 zeigt Beispiele verschiedener Fußformen. Eine Inkongruenz gegenüber dem Schuh wird deutlich.

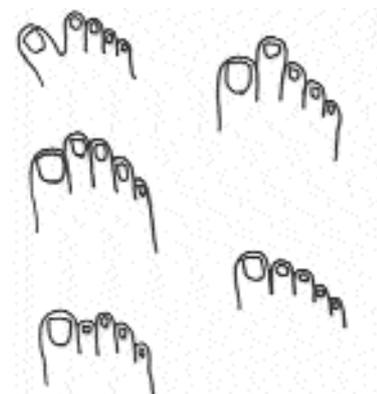
Beobachtet man Gang und Schuhwerk von Menschen auf der Straße, kann dies einem durchaus die Augen öffnen. Vor allem bei Sandalen sieht man oft Zehen und Ferse in der Länge über den Schuh hinausragen. Der Schuh ist dann sicher zwei Größen zu klein. Oftmals ist er auch noch zu breit. Manche Schuhe werden bedingt durch Gangart und Schuhmaterial stark nach innen oder außen abgetreten. Andere Schuhe biegen infolge einer fehlenden Gelenkfeder oder ungenügender Torsionsversteifung im Gelenk durch. Umknicken und Überdehnung der plantaren Fußstrukturen sind die Folge.

Zu schlaffe Sohlen und hohe Absätze sorgen für eine übermäßige Belastung der Metatarsalköpfe.

Aus präventiver ebenso wie aus therapeutischer Perspektive wäre es wünschenswert, dass Alltagsschuhe Kindern wie Erwachsenen genügend Freiraum für alle fünf Zehen bieten und das physiologische Abrollen gewährleisten.



7 Elektronische Fußdruckmessung. Die Scans wurden nebeneinander projiziert. Die Scans der Nummern 20 bis 36 sind identisch, da hier der Abrollvorgang gesperrt ist.



8 Variationen der Veranlagungen der Fußform.

Therapie umstellen

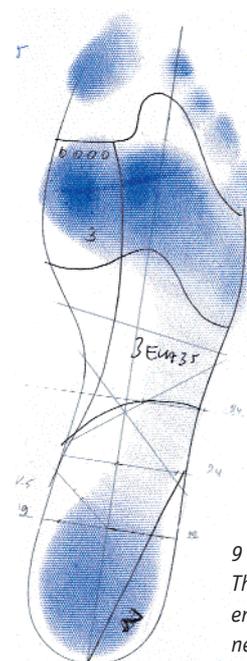
Aufgrund der oben beschriebenen Aspekte ändern sich die Behandlungsziele. Anstatt der Vorfußstützen für das quere Fußgewölbe, richtet sich die Behandlung mit den 7/8 Therapiesohlen nach Derks primär auf eine Verbesserung der Zehenfunktion und des Abrollens. Abbildung 9 zeigt einen beispielhaften Entwurf für eine Therapiesohle. Durch die Sohlenelemente werden ein längerer Fersenkontakt bewirkt, eine gleichmäßige Belastung und Druckabnahme des Vorfußes, ein schnelleres Abrollen über den Großzehen, eine Abnahme der Pronation im Vorfuß sowie eine Verbesserung der Zehenfunktion. Bei der ersten Kontrolle nach acht bis zwölf Wochen werden der Rückgang der Überdruckstellen und die Verbesserung des Abrollens geprüft und – falls notwendig – die Elemente auf der Therapiesohle angepasst.]

● ● **Anschrift der Verfasser:**

Gerritje Derks-Roskam
Karel Derks
Derks Zentrum für Podologie
Smeerpootenbrink 48
3841 Em Harderwijk
Niederlande

Literatur:

(1) Cailliet R. (1979): Voet- en enkelpijn. Lochem, De Tijdstroom.
 (2) Lavigne A., Noviel D. (1981): Traité de la semelle orthopedique et autres orthèses en podologie. 2e druk. Scerdes, Boulogne.
 (3) Derks K. Eigene Observationen im Zentrum für Podologie, wobei seit 1989 bei jeder Fußuntersuchung das Musgrave System für elektronische Fußdruckmessung eingesetzt wird.
 (4) Root ML, Orien WP, Weed JH. (1977): Normal and abnormal function of the foot, Volume II. Los Angeles: Clinical Biomechanics Corporation.
 (5) Derks-Roskam G. Eigene Observationen bei zehntausenden Füßen von 5 bis 19 Jahre alten Jugendlichen. 1972-1997.
 (6) Herschel H, Meel P van. (1981): Op goede voet. Lochem-Poperinge: De Tijdstroom.



9 Beispiel eines Therapiesohlenentwurfs bei einer Metatarsalkopfabrollsperr.

DER FUSS
Kostenlos-Probelesen-Gutschein

• für eine aktuelle Ausgabe von **DER FUSS**, die Zeitschrift für Fußpfleger und Podologen

ausschneiden, faxen oder mailen an:
C. Maurer Druck und Verlag,
 Postfach 13 61, 73303 Geislingen/Steige,
 Tel. 073 31/930-1 57, Fax 073 31/930-191,
 E-Mail: stroehle@maurer-online.de

Ja, mich interessiert DER FUSS.
 Bitte senden Sie ein kostenloses Heft an:

Nam+, Nachnam+ _____
 Beruf, Branche+ _____
 Straße, Hausnummer+ _____
 PLZ, Ort _____
 Telefon _____
 E-Mail _____

