



Zeigt her eure Füsse

Die orthopädische Versorgung des neuropathischen Fusses

Nach einem Vortrag von Dr. med. Thomas Böni, Uniklinik Balgrist, vom 9. 12. 2010 am Universitätsspital Zürich

Der diabetische Fuss erfordert besondere Beachtung, denn die diabetische Stoffwechsellage führt zu Störungen der Biomechanik, und die fehlende Schutzsensibilität infolge der Neuropathie erhöht die Verletzungsgefahr des Fusses. Frühzeitige, regelmäßige ärztliche Inspektion, Beachtung von strikten Traumapräventionsmassnahmen durch den Patienten, rechtzeitige Druckentlastung und Ruhigstellung sowie in fortgeschrittenen Stadien chirurgische Massnahmen sind unabdingbar zur Erhaltung der Mobilität und Vermeidung von Ulzera, die zur Amputation führen können.

Das diabetische Fussyndrom entsteht durch Schädigung peripherer Nerven, die zu einer Polyneuropathie führen. Zudem liegen Schäden an grossen und kleinen Gefässen vor, die eine Mikro- und Makroangiopathie zur Folge haben. Die Diagnose einer Neuropathie kann klinisch entweder durch Testung mit dem Mikrofilament oder durch die Beurteilung des Vibrationssinnes mit der Stimmgabel 128 Hz, in

8/8 eingeteilt, erfolgen. Liegen die Messwerte unterhalb von 4/8, ist die Schutzsensibilität nicht mehr gewährleistet, das heisst, der Patient ist verletzungsgefährdet. Liegt beim Diabetespatienten eine Neuropathie vor, können sich am Bewegungsapparat neben Lähmung und lähmungsbedingten Deformationen des Fusses vor allem zwei Spätkomplikationen entwickeln. Bei einem kleinen Prozentsatz der Diabetespatienten entsteht eine diabetisch-neuropathische Osteoarthropathie (DNOAP), auch «Charcot-Fuss» genannt. Viel häufiger kommt es zu einem neuropathischen Fussulkus (Mal performans), einem Defekt, der sich leicht infizieren und schliesslich zur Amputation führen kann.

Polyneuropathie bei Diabetespatienten

Bei der Neuropathie lassen sich eine sensorische, eine motorische und eine autonome Komponente unterscheiden. Die sensorische Neuropathie kann sich bei einem Diabetespatienten zum Beispiel darin äussern, dass er sich durch ein heisses Bad Verbrennungen etwa 2. Grades zufügt, ohne dass er dabei Schmerzen verspürt. Die Auswirkungen falschen Verhaltens werden somit zu spät erkannt. Charakteristisch für die sensorische Neuropathie ist das Auftreten von Fussulzera in Belastungszonen, die sich durch granuliertes, infektiöses Gewebe mit hyperkeratotischen Wundrändern kennzeichnen. Häufig treten in Kombination mit Ulzera Zehenfehlstellungen auf, die durch die motorische Neuropathie verursacht werden und als normaler Spreizfuss oder Hallux missdeutet werden können. Fehlt



Abbildung 1: Charcot-Fuss mit Röntgenbildern

der Achillessehnenreflex und ist der Vibrationssinn vermindert, ist die Diagnose klar. In der Endphase atrophieren die kleinen intrinsischen Fußmuskeln, die nicht mehr richtig arbeiten können. Neben einem gestörten Abrollvorgang entsteht eine Verformung des Fußes, und es kommt zu einer ausgeprägten Krallen- oder Klammerzehenstellung. Infolge dieser Deformität verschiebt sich das plantare Fettpolster unter den metatarsalen Köpfchen langsam in die Beugefalte. Durch das Fehlen der Polsterung entwickeln sich verstärkt Hornhaut und Hyperkeratose, und es bilden sich Ulzera.

Bei Diabetikern kommt zur neuropathischen sehr häufig eine autonome Neuropathie hinzu. Durch die metabolisch bedingte Zerstörung der sympathischen Fasern (Autosympathektomie) kommt es unter anderem zu einer Anhydrose beziehungsweise Dyshydrose. Die Haut eines Diabetikers ist aufgrund verminderter Schweißabsonderung sehr rissig und trocken. Fissuren und Rhagaden stellen eine Eintrittsstelle für Infektionen dar. Um diese gefürchteten Infektionen zu verhindern, ist eine spezifische Hautpflege unerlässlich. Typisch für die autonome Neuropathie ist auch die rötliche und warme Haut, welche durch Erweiterungen der kleinen arteriellen Gefäße entsteht. Zur erhöhten Durchblutung tragen Kurzschlussverbindungen, sogenannte arteriovenöse Shunts, bei. Die Mikrozirkulationsstörungen in tiefer gelegenen Gewebeschichten wie zum Beispiel in der Muskulatur können jedoch leicht übersehen werden. Die Füße sind zwar meist warm und rot, aber für eine gute Durchblutung der Zehen reicht es nicht mehr. Diese schlechtere Ernährung des Gewebes und die verminderte Empfindlichkeit führen zu Läsionen.

Der Charcot-Fuss

Der französische Neurologe Jean-Martin Charcot beschrieb erstmals bei Syphilitispatienten ausgedehnte Schwellungen und Knochen- und Gelenkdestruktionen, die durch eine Polyneuropathie verursacht werden. Beim Diabetespatienten kann ein Mikrotrauma wie ein kleiner Fehltritt zu einem verheerenden Zer-

störungprozess führen, bei welchem im Endstadium das Knochengestüttsystem beziehungsweise zerstört ist. Die Pathogenese für die Entstehung eines Charcot-Fusses ist nicht vollständig geklärt. Neben der Polyneuropathie und dem Mikrotrauma liegen weitere Faktoren zugrunde.

Die Charcot-Krankheit verläuft schrittweise in Stadien. Am Anfang stehen das auslösende Trauma und ein akutes Entzündungsgeschehen. Auf das Frühstadium, bei welchem der Fuß gerötet, geschwollen und überwärmt ist, folgt ein Destruktionsprozess. Dabei kommt es zu Einbruch und Erosion von Knochen sowie zum Einriss von Bändern. Danach beginnt die Frakturheilung. Der Knochen beginnt sich zu erholen und wird wieder aufgebaut. Die Schwellungen, Rötungen und die Überwärmung verschwinden. Nach dem Zusammenwachsen der Knochen folgt eine Konsolidierung, wobei eine starke Deformierung und eingeschränkte Belastbarkeit des Fußes zurückbleiben.

Im Frühstadium ist die Diagnose besonders schwierig. Der Charcot-Fuss wird zum Beispiel leicht mit Osteomyelitis, mit Erysipel, Lymphödem oder tiefen Venenthrombosen verwechselt. Mit konventioneller Röntgentechnik kann im Frühstadium die anfängliche Knochenläsion nicht nachgewiesen werden. Das in dieser Phase vorhandene Knochenmarködem lässt sich nur mit MRT darstellen. Aber auch im MRT ist es nicht möglich, zwischen Osteomyelitis und traumatischen Knochenschäden zu unterscheiden.

Folgende klinische Leitsymptome sind für das Frühstadium charakteristisch: geschwollener, geröteter, überwärmter, schmerzloser (bzw. schmerzärmer) Fuß mit intakter Haut ohne oder mit Deformität. Es besteht eine auffällige Diskrepanz zwischen Aussehen und geschilderten Beschwerden des Patienten. Stressfrakturen werden sehr oft übersehen. Aufgrund der geringen Schmerzhaftigkeit ist sich der Diabetespatient oft keines Traumas bewusst und belastet den Fuß weiter, während Gesunde den Fuß wegen der Schmerzreflexe sofort schonen würden. Ermüdungstraumata bei fehlender Sensibilität führen zu Fußskeletteinbrüchen und schliesslich zu Fehlstellungen des Fußes. Als Folge davon entstehen

Fotos: Dr. med. Thomas Böni

ausgedehnte Druckschäden der Haut und Infektionen. Der Fuss muss möglichst frühzeitig mithilfe eines Vollkontaktgipses über die ganze Heilungsphase ruhiggestellt werden.

Es ist wichtig, schon im Frühstadium, das heisst bevor das Fuss skelett einbricht, die Diagnose anhand eines MRI zu machen und den Fuss ruhigzustellen. Am häufigsten sind Mittelfuss und Fusswurzelknochen betroffen. Das Fersenbein zum Beispiel kann ohne Vorliegen eines Ulkus einbrechen und in Fragmente zerfallen. Weniger häufig treten Veränderungen an Gelenken auf. Eine Fraktur des oberen Sprunggelenks ist etwas schwieriger zu diagnostizieren. Die Patienten berichten dann von einem «verknacksten Fuss», der meist gar nicht besonders schmerzt.

Tabelle:

Entlastungsmöglichkeiten beim diabetischen Fussyndrom

- Vollkontaktgips TCC (Total Contact Cast): Goldstandard, unabhängig von der Compliance
- Orthopädie- und schuhtechnische Versorgung (diabetesadaptierte Fussbettung, Schuhzurichtungen, orthopädische Serien-/Massschuhe, Entlastungsorthesen)
- Stöcke, Rollstuhl, Bettruhe (Einschränkung von Stehen und Gehen)
- Physiotherapie
- Orthopädisch-chirurgische Operationen

Neben einer strikten Traumaprävention durch den Patienten kann eine rechtzeitige Entlastung und Immobilisation zerstörende Überlastungsschäden des Fusses verhindern, welche letztlich eine Operation erforderlich machen würden. Zudem werden Ulkusbildungen vermieden.

Behandlungsoptionen

Voraussetzung für die Ulkusbildung ist in exponierten Regionen entweder ein grosser biomechanischer Druck über kurze Zeit oder ein niedriger über längere Zeit. Für die Ausheilung jedes neuropathischen Ulkus und jedes Charcot-Fusses steht die Druckentlastung mit geeigneten orthopädischen Massnahmen (*Tabelle*) im Vordergrund.

Druckentlastung beim Stehen

Beim Stehen ist die Grösse der Standfläche massgebend für den Druck, der aufgebaut wird. Dieser kann mithilfe von Druckzellen gemessen werden, oder es

wird ein Summationsabdruck erstellt, der die Druckverhältnisse im Schuhwerk abbildet. Beim Einbeinstand ist der Druck doppelt so hoch wie beim Stand auf beiden Füssen, beim Zehenstand ist er 6-mal so hoch. Bei Patienten mit Spitzfuss beziehungsweise bei Trägern von Schuhen mit hohen Absätzen entsteht eine grosse Belastung unter dem Vorfuss. Ersetzen Absatzträger ihre hohen Schuhe, muss die Bildung eines Ulkus verhindert werden, indem gleichzeitig die verkürzte Wadenmuskulatur behandelt wird. Das Benutzen von Stöcken und Rollstuhl sowie Bettruhe sind weitere Entlastungsmöglichkeiten.



Abbildung 2: Orthopädischer Serienschuh

Geschwindigkeit und Schrittlänge beim Gehen

Beim Abrollen des Fusses wird sukzessive ein anderer Teil des Fusses belastet und jeweils eine kleine Fläche. Damit entsteht wesentlich mehr Druck als beim Stehen, was Läsionen hervorrufen kann. Bei normalem Druckverlauf entsteht beim Fersenauftritt eine Druckspitze. Dann nimmt der Druck, wenn beide Vorfüsse gleich belastet sind, ab und steigt im Vorfuss und in den Zehen wieder an. Durch die Bewegung des Schwerpunktes kommt noch ein Beschleunigungsmoment hinzu. Im Falle eines Fersenulkus ist Rennen wegen der hohen Fersenbelastung kontraindiziert. Durch eine Verringerung der Geschwindigkeit und eine Halbierung der Schrittlänge lässt sich der Druck deutlich reduzieren. Eine spezielle Methode, die Belastung des Fusses erheblich zu reduzieren, ist der sogenannte Beistellschritt, indem der eine Fuss vorausgeht und der andere auf die gleiche Höhe nachgezogen wird. Der Beistellschritt ist zwar für den Patienten hilfreich, aber schwierig und umständlich auszuführen.

Einlagen und orthopädisches Schuhwerk

Socken reduzieren den Spitzendruck bis zu 10 Prozent, Einlagen bis zu 25 Prozent. Eine flache Sohle wirkt bereits unterstützend. Ist die Einlage genau an den Fuss angepasst, entlastet sie noch etwas mehr. Mit einer orthopädischen Einlage kann bei Gesunden wie auch beim Diabetiker eine Druckumverteilung und dadurch eine Reduktion des Spitzendruckes um 25 Prozent erreicht werden. Dazu muss die Einlage im zu entlastenden Bereich zusätzlich tiefer und an den anderen Stellen etwas höher gelegt werden.

Eine orthopädische Anpassung muss jedoch vorsichtig und schrittweise vorgenommen werden, da es sonst an neuen Stellen zu Blasenbildungen kommen kann. Hilfreich ist eine Fussbettung mit «Sand-

Patientenschulung

Es ist wichtig, dass der Patient mit Polyneuropathie selbst eine aktive Rolle bei der Prävention und Behandlung wahrnimmt. Dazu gehört die Einhaltung von Fussregeln wie die tägliche Inspektion der Füße (gegebenenfalls mit Spiegel) auf Veränderungen und Verletzungen, eine regelmässige Haut- und Nagelpflege einschliesslich kurzer Bäder bei angemessener Temperatur und Verwendung von Cremes zur Behandlung von trockener, rissiger Haut. Dazu gehört auch die Überprüfung des Schuhwerks auf Druckstellen und Fremdkörper und Vorsicht bei hohen Temperaturen (Bäder, Bettflaschen, Heizkissen) zur Vermeidung von Verbrennungen. Im Hinblick auf die Compliance ist eine regelmässige und gründliche Inspektion der Füße auch durch den behandelnden Arzt wesentlich. Der Patient muss auf das Risiko, einen Charcot-Fuss zu entwickeln, hingewiesen werden.

wichtechnik»: Die verschiedenen Schichten bestehen aus weichem, dann härterem und darüberliegend stabilem, formverleihendem Material. Schuhwerk, das kombiniert über eine orthopädische Fussbettung, eine Mittelfussrolle und eine Sohlenverstärkung verfügt, gilt als wirkungsvollster Orthopädie-schuh zur Druckentlastung.

Massschuhe

Häufig ist falsches Schuhwerk Ursache für die Entstehung eines Druckulkus. Ein klassisches Bild ist das Auftreten eines Druckgeschwürs seitlich am Kleinzeh. Häufig treten auch Ulzera zwischen den Zehen auf, manchmal in Kombination mit Osteomyelitis und Eiterung.

Zu enge Schuhe aus Leder können durch Aufschneiden und Verbreitern der Sohle ausgeweitet werden. Eine einfache Verbreiterung hat aber eine Verminderung der Höhe zur Folge, sodass dann unter Umständen auf Hammerzehen plötzlich neu Druck entsteht.

Bei sehr ausgeprägter Fussdeformität muss ein orthopädischer Massschuh von Hand angefertigt werden. Zur Abklärung noch vorhandener Druckstellen dienen Folienproben und Druckmessungen. Mit Massschuhen können beim Charcot-Fuss Druckspitzen vermieden werden.

Vollkontaktgips

Die Evidenz für die Ulkusheilung mit orthopädischen Massnahmen ist nicht vollumfänglich erwiesen, aber für den Vollkontaktgips ist sie sehr gut (Evidenzlevel 1b). In der neuropathischen Ulkusbehandlung ist der

Vollkontaktgips als temporäre Versorgung die Methode der Wahl, da der Patient diesen nicht ausziehen kann. Dieser Faktor ist in Anbetracht der häufig ungenügenden Compliance bei Diabetikern mit Polyneuropathie nicht unwesentlich.

Nach der Wundbehandlung wird ein Wundverband angelegt, eine genau ausgeschnittene Polsterung mit einer kleinen Entlastungszone im Ulkusgebiet wird auf dem Fuss aufgebracht, dann folgt ein selbsthaftendes Polster, damit sich beim Gehen nichts verschiebt. Schliesslich wird ein Strumpf darübergezogen und ein Weissgips aufgebracht, der Flüssigkeit aufnehmen kann, da das Ulkus meist noch etwas sezerniert. Neben einer Verstärkung des Softcast vorne sind weiche Übergänge wichtig, um am Rand die Entstehung einer Läsion zu verhindern. Die Kanten des gut sitzenden Gipses müssen geschnitten und abgedeckt werden, damit sich der Patient nicht erneut verletzt.

In einer nächsten Behandlungsphase erhält der Patient einen ausziehbaren Schuh, welchen er das erste Mal nach 3 Tagen und danach, wenn alles gut geht, 1-mal pro Woche auszieht. Dabei ist die Compliance entscheidend.

Nach einer Vollkontaktgipsbehandlung folgt die Anpassung eines Massschuhs. Gelingt es nicht, den Fuss mit dem Schuhwerk geschlossen zu halten, muss eine Orthese gebaut werden, mit welcher der Patient direkt gehen kann. Viele ältere Patienten sind froh, dass sie mit der Orthese nicht noch einen Schuh anziehen müssen, was sicher die Compliance verschlechtern würde.

Chirurgische Massnahmen

Die Indikation für chirurgische Massnahmen ist erst dann gegeben, wenn es nicht gelingt, mit geeignetem Schuhwerk oder einer Orthese den Fuss von Ulzera und Infekten freizuhalten («not shoeable, not braceable»). Die operativen Behandlungen reichen von Osteoektomie, Arthrodesen, über externe Fixation bis zur Achillessehnenverlängerung. Im Falle einer Vorfussüberbelastung kann die Achillessehnenverlängerung allein oder kombiniert mit Kontaktgips rasche und länger anhaltende Ulkusfreiheit bringen. In schweren Fällen, die trotz Gipsbehandlung nicht heilen, oder bei Rezidiven ist eine komplexe Rekonstruktion notwendig. Nach einer solchen operativen Korrektur kann der Fuss während etwa zweier Monate mittels Ringfixatur ruhiggestellt werden, was die Wundpflege erleichtert. Danach folgt eine weitere Immobilisation mit Gips und später eine adäquate Schuhversorgung. ●

Gisela Stauber-Reichmuth und Regula Patscheider

Interessenkonflikte: keine