



ORIGINALARBEIT

4-Phasen-Therapiealgorithmus zur operativen Behandlung des diabetischen Fußulkus in Verbindung mit einer Fußdeformität

Four-Stage Regimen for Operative Treatment of Diabetic Foot Ulcer with Deformity

Martinus Richter^{*,1}, Stefan Zech, Jens Stüber, Abdelrahman Qazzaz

Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Fußchirurgie Coburg und Hildburghausen

Eingegangen am 31. Januar 2011; akzeptiert am 2. März 2011

SCHLÜSSELWÖRTER

Diabetes;
Fuß;
Ulkus;
Deformität;
Korrektur

KEY WORDS

Diabetes;
Foot;
Ulcer;
Deformity;
Correction

Zusammenfassung

Ein 4-Phasen-Therapiealgorithmus (Debridement, Verschluss, Entlastung, Korrektur) zur Behandlung des diabetischen Fußulkus in Verbindung mit einer Fußdeformität und erste Ergebnisse werden vorgestellt.

257 Patienten begannen von 01.09.2006 bis 31.08.2009 mit Phase 1.

Phase 1: In 153 Fällen (59%) war der postoperative Abstrich nach einem Debridement steril.

Phase 2: In 168 Fällen (65%) erfolgte eine Sekundärnaht, in 67 (26%) ein lokaler Verschiebelappen, in 16 (6%) eine Amputation.

Phase 3: 234 (91%) beendeten Phase 3, 10 (4%) mit Ulkusrezidiv.

Phase 4: In 139 Fällen (54%) wurde erfolgreich korrigiert. 84 (33%) wurden nur mit Einlagen behandelt.

235 (91%) beendeten die Nachuntersuchung nach 24 (12 – 38) Monaten. Bei 42 (16%) Patienten trat bis zur Nachuntersuchung ein Ulkusrezidiv auf, Majoramputation erfolgten in 3 (1%) Fällen.

Die Behandlung des diabetischen Fußulkus mit Deformität mit einem aufwendigen 4-Phasen-Therapiealgorithmus ergab eine geringe Amputations- und Ulkusrezidivrate im Vergleich zur Literatur.

* Korrespondierender Autor. Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Fußchirurgie Coburg und Hildburghausen, Standort Klinikum Coburg, Ketschendorfer Str. 33, 96450 Coburg. Tel.: +09561-22-6246; Fax: +09561-22-6209.

E-Mail: martinus.richter@klinikum-coburg.de (R. Martinus).

¹ Web: www.klinikum-coburg.de, www.fusschirurgie-coburg.de

Summary

An operative four-stage regimen (debridement, closure, unloading, correction) for operative treatment of diabetic foot ulcer with deformity and first clinical results are introduced.

257 patients entered stage 1 between 01/09/2006 and 31/08/2009.

Stage 1: In 153 cases (59%), one debridement resulted in sterile postoperative specimens.

Stage 2: 168 cases (65%) sustained secondary closure, 67 (26%) local shifted skin graft, and 16 (6%) limited amputation.

Stage 3: 234 (91%) finished stage 3, 10 (4%) presented with recurrent ulcer.

Stage 4: In 139 cases (54%), correction arthrodeses were performed. 84 (33%) were with orthosis only.

235 (91%) completed follow-up at mean of 24 (12 – 38) months. Recurrent ulcer was registered in 42 (16%) cases until follow-up, major amputations in 3 (1%) cases.

The management of diabetic foot ulcer combined with deformity with the introduced extensive operative four-stage regimen showed low amputation rate and low recurrent ulcer rate compared with the literature.

Einleitung

Bei Diabetes mellitus leidet der Körper unter einer Störung der Stoffwechsellage. Auf lange Sicht schädigt ein zu hoher Blutzuckerspiegel alle Blutgefäße des Körpers [5,12,22,25]. Man geht davon aus, dass nach Ablauf von zehn Jahren mit Folgeschäden aufgrund der deswegen verschlechterten Blutversorgung gerechnet werden muss [5,12,22,25]. Mehr als sechs Mio. Bundesbürger sind Diabetiker und etwa 130.000 leiden an einem diabetischen Fußsyndrom [5,22]. Davon haben etwa 5-10% eine Fußulzeration und etwa 3% eine Deformität [5,22]. Das Krankheitsbild des diabetischen Fußsyndroms ist eines der häufig vernachlässigten Folgeprobleme [5,12,22,25]. Durch diese meist nicht adäquate Behandlung und Sekundärprävention werden später häufig Amputationen notwendig [5,12,22,25]. Durch eine frühe interdisziplinäre Intervention ist aber eine Sekundärprävention möglich, d.h. Amputationen können vermieden oder auf ein kleineres Ausmaß verringert werden [5,12,22,25]. Wegen nicht beherrschter Infektionen aufgrund von gestörter zellulärer Abwehrmechanismen, allgemeiner Abwehrschwäche, Neuritis, Mikro- und Makroangiopathie erfolgen in Deutschland jährlich 45.000 Amputationen [5,22]. Bei der Entwicklung eines diabetischen Fußsyndroms werden zwei unterschiedliche Formen unterschieden [5,12,22,25].

1. Der neuropathisch-infizierte Fuß, der bis zu 70% aller Fälle des diabetischen Fußes ausmacht. Hierbei sind die peripheren Nerven aufgrund jahrelanger Mangelversorgung geschädigt. Eine besonders schwere Form ist der so

genannte. Charcot-Fuß mit schwerster Nervenschädigung [2,11,33]. Die Schädigung der Nerven führt dazu, dass Verletzungen wiederholt nicht bemerkt werden und zu Schäden führen, die dann auf Grund der schlechten Durchblutung nur schwer heilen und sich zu größeren Ulzerationen und Deformitäten mit großer Infektionsgefahr auswachsen können.

2. Der ischämisch-gangränöse Fuß. Dieser entsteht infolge peripherer arterieller Durchblutungsstörungen aus Grund einer Mikroangiopathie (Störung der Blutversorgung der kleinen Gefäße, die ein Absterben ganzer Gewebebezirke hervorrufen können. Das Vorkommen dieser Variante liegt bei 20-30% aller Fälle des diabetischen Fußes.

Häufig ist eine Fußdeformität Mitursache für Fußulzera [4,12,16,25]. Daher wird auch die Korrektur von Deformitäten als wichtig für die Prävention von Ulkusrezidiven angesehen [4,12,16,25].

Ein 4-Phasen-Therapiealgorithmus (Debridement, Verschluss, Entlastung, Korrektur) zur operativen Behandlung von diabetischem Fußulkus in Verbindung mit einer Fußdeformität wird vorgestellt und die ersten Ergebnisse der Behandlung von 257 Patienten mit diesem Algorithmus präsentiert.

Material und Methoden

Alle von 01.09.2006 bis 31.08.2009 behandelten Patienten über 18 Jahre mit Diabetes mellitus, einseitigem Fußulkus und Deformität von oberem Sprunggelenk (OSG) und/oder Fuß wurden in die Studie eingeschlossen. Die Entscheidung über das

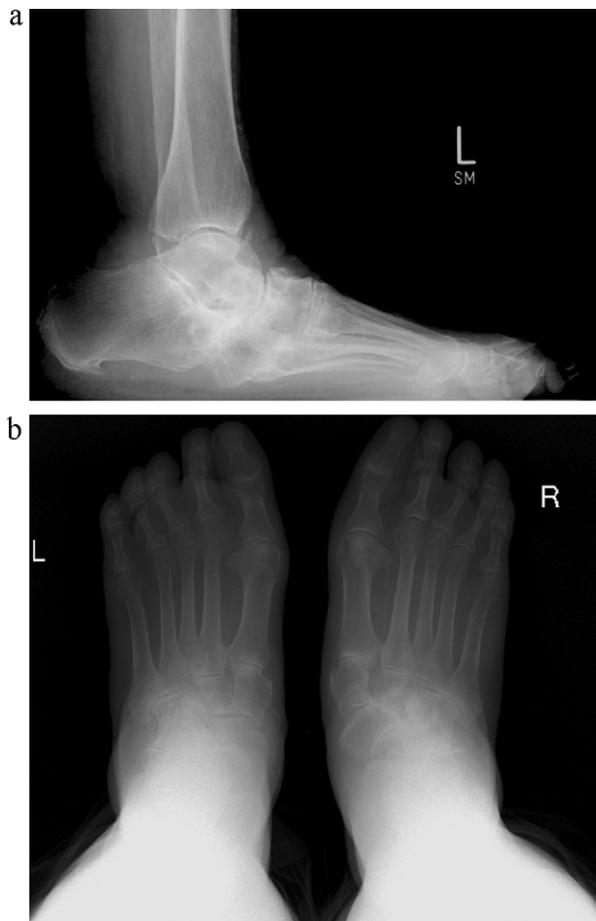


Abb. 1. Präoperative Röntgenbilder mit Belastung, welche einen schweren Plattfuß zeigen (Abb. 1a: seitlich; Abb. 1b: dorsoplantatar). Bei diesem Fall lag eine Ulzeration im mittleren Bereich der Fußsohle vor. Klassifikation als Charcot-Arthropathie Sanders/Frykberg 3, Eichenholtz 2, Wagner/Armstrong 3B, PEDIS 3.

Vorliegen einer Deformität und die Klassifikation derselben erfolgte vom Leiter der Fußsprechstunde und korrespondierende Autor subjektiv nach Kenntnis des klinischen Befunds, der Röntgenaufnahmen und des Pedographiebefundes (Gruppierung s. u.).

Diagnostik / Evaluation

Die Diagnostik / Evaluation vor Phase 1 und 4 und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (≥ 12 Monate) beinhaltete:

- Anamneseerhebung,
- klinische Untersuchung,
- Röntgenaufnahmen im Stehen mit Belastung (Abb. 1, 3, 5),
- Pedographie mit Videodokumentation (Abb. 2, 4),
- Sensibilitätstest (Kalorische Prüfung, Monofilamenttest, Vibrationstest),
- Laboruntersuchung (z.B. HbA1c),

- Gefäßuntersuchung mit Dopplerultraschall, bei Auffälligkeiten gefäßchirurgisches Konsil und ggf. Angiographie,
- Analyse mit Fragebogen (Screening Bewegungsapparat, Visual Analog-Skala Fuß und Sprunggelenk (VAS FA), Sanders/Frykberg, Eichenholtz, Wagner/Armstrong, PEDIS) [2,5,11,22,31,33],
- Fotodokumentation,
- Art der Schuh-/Einlagenversorgung,
- Art der Mobilisation (Gehhilfe, Rollstuhl),
- Klassifikation der Deformität in folgende Gruppen: Vorfuß/isolierter Hallux valgus, Vorfuß Hallux valgus & Krallenzehen, Vorfuß andere, Plattfuß, Hohlfuß, Mittelfuß andere, Rückfußvarus, Rückfußvalgus, Equinus, Rückfuß andere. Unter "andere" Deformitäten wurden auch kombinierte Deformitäten wie z.B. eine kombinierte Equinus-Varus-Rückfußdeformität.

Die Auswertung der o.g. Parameter wurde nur teilweise in diese Publikation aufgenommen. Als wesentliche Parameter wurden für diese Auswertung definiert: Amputationsrate und -lokalisierung, Ulkusrezidivrate, Art der Mobilisation (Gehhilfe, Rollstuhl) und Art der Schuh-/Einlagenversorgung (Konfektions-/Diabetikerschuhe, Orthopädische Schuhe).

Therapie

Alle Patienten wurden nach folgendem 4-Phasen-Therapiealgorithmus behandelt:

Phase 1. Debridement. Es erfolgte ein Debridement mit dem Ziel von Keimfreiheit und Entfernung allen avitalen Gewebes mit abschließender vakuumassistierter Versiegelung (Vacuseal®). Am ersten postoperativen Tag wurde ein Abstrich aus dem Vakuum-System entnommen. Das Debridement wurde nach üblicherweise sechs Tagen wiederholt wenn dieser Abstrich nicht steril war. Wenn nach fünf Debridements keine postoperative Sterilität vorlag erfolgte als sechstes Eingriff eine Amputation mit Verschluss (Level s.u.). Bei der Amputation wurde nach funktionalen Gesichtspunkten vorgegangen (s. Diskussion). In Phase 1 erfolgte auch eine Diätberatung, Medikationsüberprüfung und eventuell notwendige Gefäßdiagnostik und -intervention,

Phase 2. Verschluss. Nach Erreichen der Keimfreiheit erfolgte während desselben stationären Aufenthalts ein Weichteilverschluss bzw. eine Defektdeckung mit Haut-/Weichteiltransplantationen. Sekundärnaht war die erste Wahl gefolgt von lokalen Verschiebelappen gefolgt von limitierter, d.h. minimal möglicher Amputation, die einen Verschluss ermöglichte.

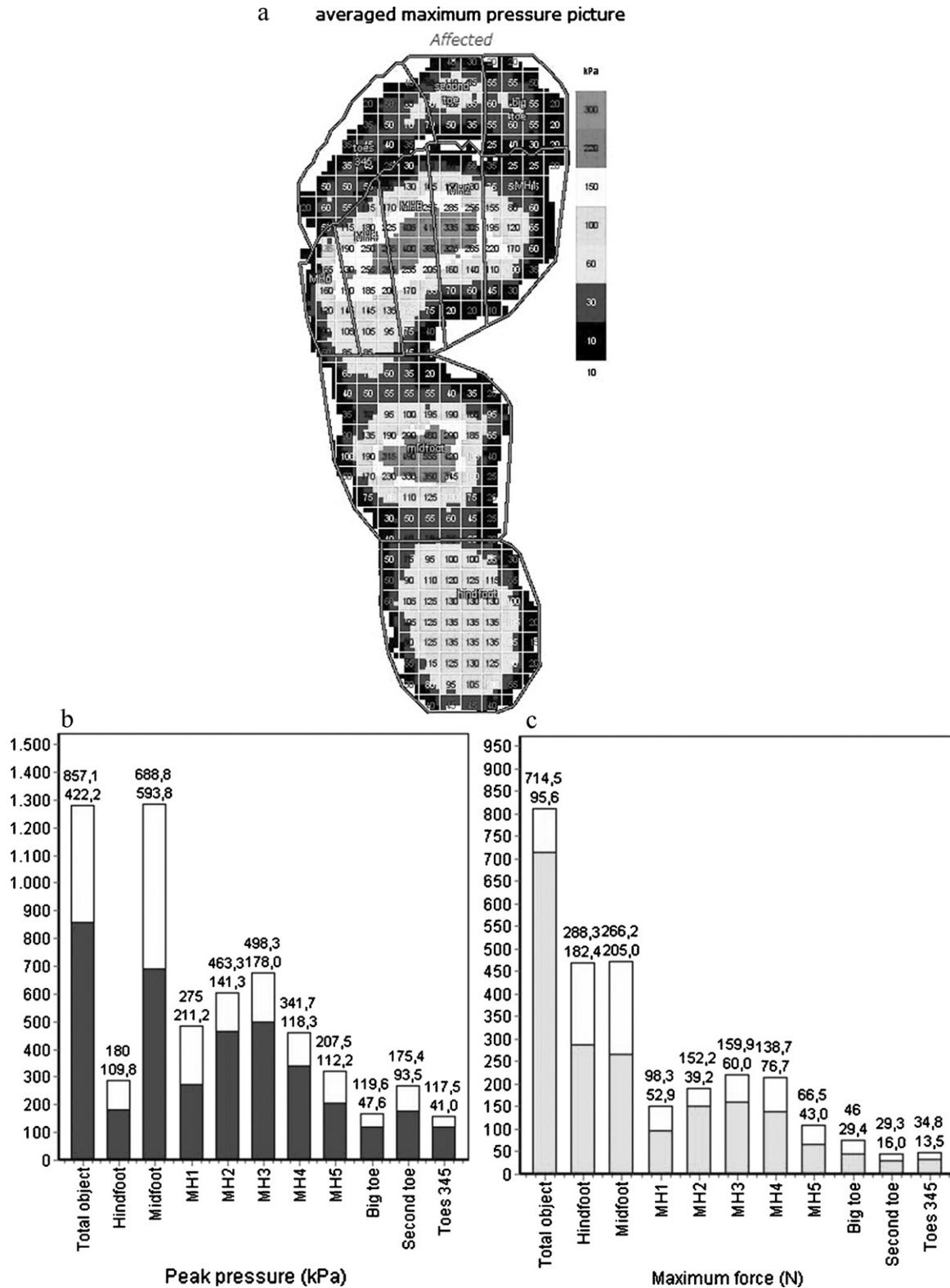


Abb. 2. Präoperativer Pedographiebefund. Gleiche Patientin wie Abb. 1. Deutliche Vergrößerung der Kontaktfläche der Mittelfußregion (Abb. 2a) mit sehr hohem Maximaldruck (Abb. 2b) und hoher Maximalkraft (Abb. 2c).



Abb. 3. Verheilte Pankorrekturearthrodese drei Monate nach Abschluss von Phase 4 (Korrektur). Zuvor waren die Phasen 1-3 (Debridement, Verschluss, Entlastung) durchgeführt worden (Abb. 3a: seitlich; Abb. 3b: dorso-plantatar). Gleiche Patientin wie Abb. 1 und 2.

Eine Deckung mittels freier vaskularisierter Transplantate erfolgte nicht.

Phase 3. Entlastung. Der Bereich des verschlossenen Ulkus wurde für sechs Wochen entlastet. Dabei kamen bei auf den Vorfuß begrenzten Ulzerationen Vorfußentlastungsschuhe mit kurzer Sohle zum Einsatz, ansonsten Orthesen (Vacuped® oder Vacudiaped®, Oped, Valley). Zur Entlastung wurde, wenn möglich, die Mobilisation mit Unterarmgehstützen durchgeführt. Falls dies keine komplette Entlastung erlaubte, erfolgte die Mobilisation im Rollstuhl.

Phase 4. Korrektur. Bei Deformitäten wie z.B. Plattfuß, Hohlfuß oder Hallux valgus, die subjektiv als Risikoerhöhung für ein Ulkusrezidiv eingeschätzt wurden, wurde eine Korrekturoperation empfohlen und bei Zustimmung der Patienten durchgeführt.

Die Phasen 1, 2 und 4 erfolgten stationär und Phase 3 ambulant mit wöchentlichen Kontrollen.

Ergebnisse

257 Patienten begannen mit Phase 1 (Alter 62 (28-83) Jahre, 69% weiblich). 240 (93%) waren gehfähig (178 (69%) ohne Gehstützen; 45 (18%) mit einer Gehstütze; 17 (7%) mit zwei Gehstützen). 17 (7%) waren im Rollstuhl mobilisiert. Eine spezielle Schuhversorgung bestand in 118 (46%) Fällen ("Diabetikerschuhe", n=78 (30%); orthopädische Schuhe, n=40 (16%)); Einlagenversorgung, n=143 (56%).

Die Deformitäten wurden wie folgt klassifiziert:

Vorfuß/isolierter Hallux valgus, n=56 (22%); Vorfuß Hallux valgus & Krallenzehen, n=67 (26%); Vorfuß andere, n=12 (5%); Plattfuß, n=45 (18%); Hohlfuß, n=21 (8%); Mittelfuß andere, n=12 (5%); Rückfußvarus, n=18 (7%); Rückfußvalgus, n=36 (14%); Equinus, n=12 (5%); Rückfuß andere n=56 (22%). 130 Fälle (30%) wurden in mehr als eine Gruppe eingeteilt.

Phase 1: In 153 Fällen (59%) war der postoperative Abstrich nach einem Debridement steril, in 43 (17%) nach zwei, in 23 (9%) nach drei, in 19 (7%) nach vier, in 13 (5%) nach fünf. In 6 (2%) Fällen lag nach fünf Debridements keine postoperative Sterilität vor und als sechster Eingriff erfolgte eine Amputation mit sofortigem Verschluss (Level s.u.).

Phase 2: Alle 251 Fällen (98%) ohne Amputation begannen mit Phase 2. In 168 Fällen (65%) erfolgte eine Sekundärnaht, in 67 (26%) ein lokaler Verschiebelappen, in 16 (6%) eine Amputation (Level s.u.).

Phase 3: 234 (91%) beendeten Phase 3, 10 (4%) mit Ulkusrezidiv. 7 (3%) beendeten Phase 3 nicht, d.h. die Patienten erschienen nicht mehr zum vereinbarten Termin.

Phase 4: In 139 Fällen (54%) wurde erfolgreich korrigiert (Arthodesen an OSG, n=21 (8%); subtalar n=25 (10%); Mittelfuß/Tarsometatarsal (TMT), n=74 (n=29); andere, n=19 (7%)). 84 (33%) wurden nur mit Einlagen behandelt und nicht mit operativer Korrektur behandelt und in 11 (4%) erfolgte eine Amputation (Level s.u.).

235 (91%) beendeten die Nachuntersuchung nach 24 (12 – 38) Monaten. In 42 (16%) bestand ein Ulkusrezidiv. Die Amputationsrate betrug insgesamt 13% (n=33) (Level: Unterschenkel, n=3 (1%); Lisfranc, n=8 (3%); transmetatarsal, n=4 (2%); Zehen, n=18 (7%)). 230 (98%) waren gehfähig (201 (86%) ohne Gehstützen; 24 (10%) mit einer Gehstütze; 5 (2%) mit zwei Gehstützen). 5 (2%) waren im Rollstuhl mobilisiert. Eine spezielle Schuhversorgung bestand in 230 (98%) Fällen ("Diabetikerschuhe", n=198 (84%); orthopädische Schuhe n=32 (14%); Einlagenversorgung, n=230 (98%)). Eine Unterschenkelprothese war in drei (1%) Fällen angepasst.

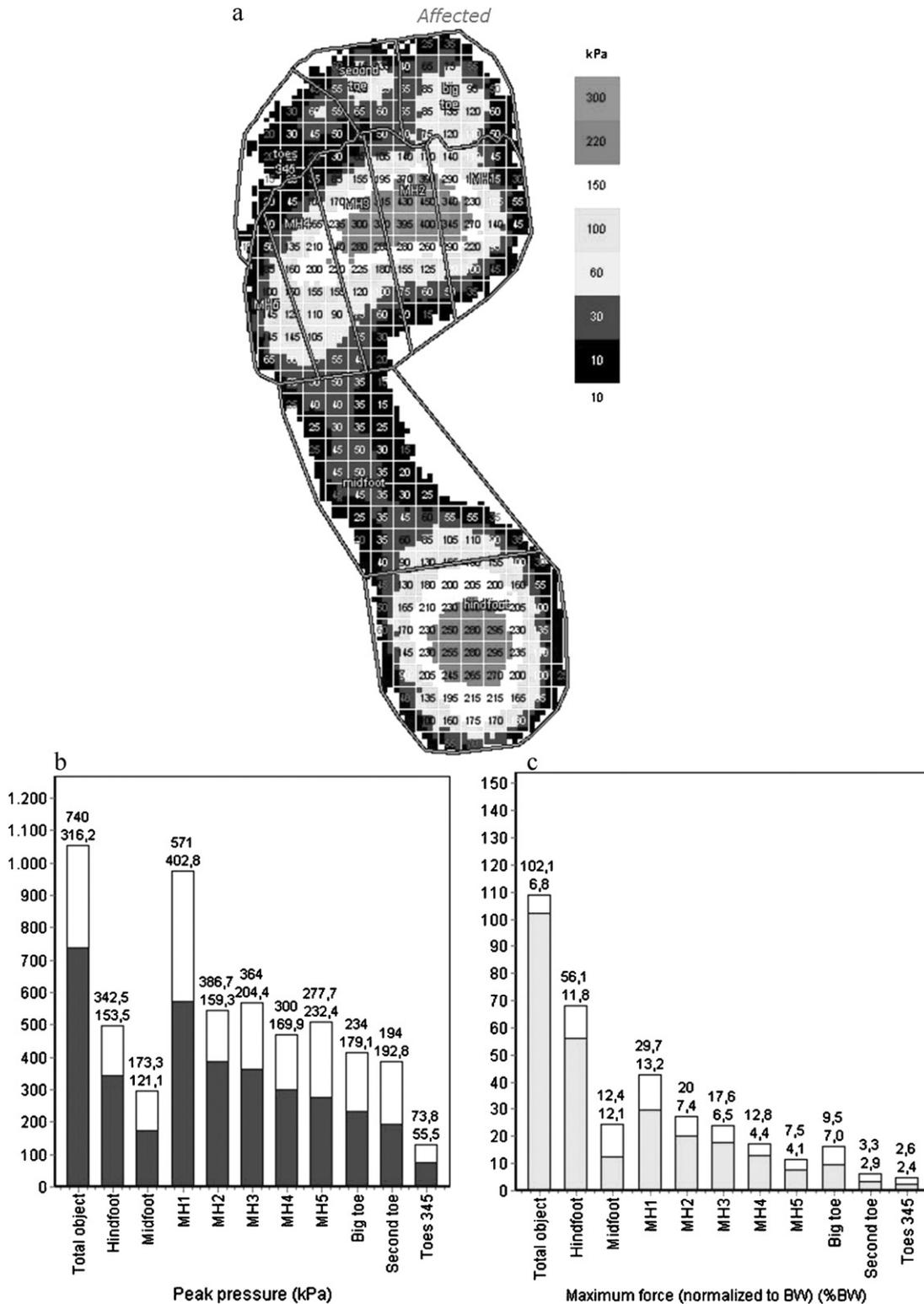


Abb. 4. Pedographiefund drei Monate postoperativ. Gleiche Patientin wie Abb. 1 bis 3. Minimale Vergrößerung der Kontaktfläche der Mittelfußregion (Abb. 4a) mit geringem Maximaldruck (Abb. 4b) und geringer Maximalkraft (Abb. 4c). Gleichzeitig Erhöhung von Maximaldruck und -kraft im Bereich Metatarsale-1-köpfchen, jedoch hier keine Ulkusbildung.



Abb. 5. Ulkusbildung am Stumpf distal-plantar nach auswärtiger Amputation im Mittelfußbereich. Abb. 5a zeigt eine Belastungsaufnahme seitlich präoperativ mit Spitzfußstellung und deutlichem Tiefertreten insbesondere des Kuboids.. Abb. 5b (seitlich) und 5c (anteroposterior) sind Belastungsaufnahmen drei Monate nach Debridement mit Nachamputation (Phase 1), Verschluss (Phase 2), Entlastung (Phase 3) und Rückfußkorrekturarthrodese (Phase 4) mit physiologischer Belastung über den Tuber calcanei.

Diskussion

Die tragenden Säulen der Therapie des diabetischen Fußsyndroms sind optimale Einstellung der Stoffwechsellage, Infektionsbeherrschung, Revascularisation, Korrekturoperationen und optimale Schuhversorgung [5,12,15,22,25]. Es wird davon ausgegangen, dass durch diese optimierte Versorgung der Risikogruppen die Zahl der Amputationen auf unter 10.000 gesenkt werden könnte [5,22]. In vielen Fällen sind Fußdeformitäten vorhanden, die eine Mitursache von Ulzera sind [5,22]. Genauso wie beim Nicht-Diabetiker sind Fußdeformitäten grundsätzlich nur operativ korrigierbar und niemals durch Quengelschienen oder ähnliches [4,24,34]. Wichtig erscheint uns in Anlehnung an die Literatur eine umfassende Diagnostik mit Pedographie inkl. Ganganalyse, Photodokumentation und neurologische Evaluation [9,14,19–21].

Warum 4 Phasen?

Der 4-Phasen-Algorithmus ist zweifellos ein sehr aufwändiges Behandlungsregime. Dieses Vorgehen wurde aufgrund der bekannten und publizierten Rezidivrate bei „einfacherem“ Vorgehen und

ähnlicher eigener früherer Erfahrung entwickelt [2,6,7,12,13,15,18,19,25,26,32]. Kurz zusammengefasst konnten wir mit dem vorgestellten Algorithmus eine geringere Rate an Majoramputationen (1,3%) und Ulkusrezidiven (16%) bei einem suffizienten Beobachtungszeitraum von durchschnittlich zwei Jahren im Vergleich zu anderen Publikationen realisieren [3,4,6,7,10,16,17,19,26,32,35]. Bezüglich der Kostensituation ist klar hervorzuheben, dass vor allem eine geringe Rate an Majoramputationen entscheidend ist, da diese im gesamten Krankheitsverlauf übereinstimmend mit den mit Abstand höchsten Kosten verbunden ist [5,8,25].

Phase 1 (Debridement).

Die vakuumassistierter Wundkonditionierung hat das Wundmanagement deutlich vereinfacht und verbessert [1,3,23]. Dabei ist jedoch wichtig zu betonen, dass nicht die Verbandstechnik allein angewendet wird, sondern das Debridement im Vordergrund steht [1,3,23]. Deshalb sind auch Tendenzen, das Wundmanagement an allein nichtoperativ tätiges Personal (sog. Wundmanager, die einfach nur die vakuumassistierte Wundkonditionierung durch Verbandswechsel ohne

eigentliches Debridement durchzuführen) zu delegieren, nicht sinnvoll [1,3,23]. Entscheidend ist eindeutig das Debridement und nicht die eine oder andere Verbandstechnik, weshalb das Wundmanagement eindeutig in chirurgische Hände gehört [1,3,6,10,16,18,23,25,26,32].

Phase 2 (Verschluss).

Hier kamen bevorzugt lokale Maßnahmen mit Sekundärnaht und lokale Verschiebelappen [1,3,16,23]. Freie vaskularisierte Transplantate wurden aufgrund des Risikoprofils nicht angewendet [1,3,16,23]. Spalthauttransplantationen wurden aufgrund der höheren Vulnerabilität mit geringer Priorität eingesetzt.

Phase 3 (Entlastung).

Warum wurde die Korrektur nicht direkt in Phase 2 inkludiert, sondern eine relative lange Zeit dazwischen mit völliger Entlastung durchgeführt? Der Grund für Phase 3 war die vermeintlich höhere Sicherheit insbesondere bzgl. Keimfreiheit vor der Korrektur [27]. Problematisch ist allerdings der lange Zeitraum von sechs Wochen bei eingeschränkter Compliance, da einige Patienten bei abgeheiltem Ulkus die Notwendigkeit der weiteren Versorgung mit Einlagen oder sogar Korrekturoperation nicht wahrnehmen. Diese Rate war in unserem Kollektiv mit 3% erfreulicherweise gering. Allerdings wurden die Patienten auch von Beginn an, d.h. vor Phase 1 auf die Wichtigkeit der langen Entlastungsphase hingewiesen. Ein weiteres potentielles Problem der Entlastungsphase ist natürlich die fragliche Einhaltung der Entlastung. In unserem Kollektiv trat in 4% während der Entlastungsphase ein Ulkusrezidiv auf, was wir als sicheren Hinweis darauf werten, dass nicht konsequent entlastet wurde. Auch hier spielt die Compliance und eine enge und aufwändige Patientenführung eine große Rolle. Diese Patienten begannen wieder mit Phase 1, was natürlich einen erneuten erheblichen Aufwand bedeutet. Allerdings erscheint dies trotzdem noch wesentlich günstiger als eine Korrekturoperation in dieser Phase, die dann vermutlich auch wegen einer nicht eingehaltenen postoperativen Entlastung fehlgeschlagen sein dürfte.

Phase 4 (Korrektur)

Falls eine Deformität vorliegt, die das Wiederauftreten eines Ulkus begünstigt, erfolgte eine Korrektur der Deformität [4]. Für Korrekturen kamen standardmäßig Verfahren wie Computernavigation, intraoperative Computertomographie und intraoperative Pedographie zum Einsatz [28–30]. Dabei

war ein plantigrader belastbarer Fuß mit gleichmäßiger Kraftverteilung und mit voller Belastbarkeit das wesentliche Ziel [4,24]. Dadurch sollte einerseits eine auch für die Stoffwechsellage wichtige Mobilisation erreicht und andererseits das Wiederauftreten eines Ulcus am ehesten verhindert werden [24]. [5,12,22,25]. Inzwischen hat sich die Korrektur von Deformitäten nach auswärtiger Amputation leider zu einem unserer Spezialgebiete entwickelt. Dies zeigt auch, dass eine alleinige Amputation ohne Berücksichtigung der späteren Funktion nicht erfolversprechend ist [25,32]. In Fällen mit notwendigen Amputationen erfolgt bei uns nicht mehr die inzwischen obsolete sog. Grenzzonenamputation sondern eine unter funktionalen Gesichtspunkten angepasste Amputation [32]. Das bedeutet, dass üblicherweise auch gesundes Gewebe entfernt wird, um eine optimale Funktion zu erreichen (sog. funktionale Amputation) und nicht wie früher so wenig Gewebe wie möglich (Grenzzonenamputation) [32]. Dabei ist regelhaft bei der Amputation von mehr Gewebe eine bessere Funktion zu erreichen [32]. Trotz Amputation sind häufig Korrekturen von Deformität im verbleibenden Fuß- oder Sprunggelenksteil nötig, um eine adäquate Funktion zu ermöglichen (Beispiel Abb. 5) [32].

Zusammenfassend wurden mehr als 250 Fälle nach dem vorgestellten 4-Phasen-Algorithmus behandelt. Dabei erfolgten fast 150 Korrekturoperationen (Phase 4). Die Rate sog. Majoramputation (Unterschenkelniveau) war mit 1,3% sehr gering, ebenso wie die Rate der Ulkusrezidive mit 16%. Die Rate der Gehfähigkeit wurde von 93% auf 98% verbessert. Welchen Stellenwert für uns die Schuhversorgung hatte, zeigt die von 46% auf 98% gestiegene Rate der speziellen Schuhversorgung.

Das Wundmanagement gehört unserer Ansicht nach aufgrund der Notwendigkeit des operativen Wunddebridements in chirurgische Hände. Es ist uns ein großes Anliegen zu vermitteln, dass Deformitäten nur operativ korrigiert werden können und sollten und dass Amputationen unter Berücksichtigung der späteren Funktion individuell angepasst durchgeführt werden sollten. Eine Kombination von Korrektur und Amputation ist daher nicht selten das optimale Vorgehen.

Literatur

- 1 G. Andros, D.G. Armstrong, C.E. Attinger, A.J. Boulton, R.G. Frykberg, W.S. Joseph, L.A. Lavery, S. Morbach, J.A. Niezgodna, B. Toursarkissian, Consensus statement on negative pressure wound therapy (V.A.C. Therapy) for the management of diabetic

- foot wounds, *Ostomy Wound Manage (Suppl)* (2006) 1–32.
- 2 D.G. Armstrong, L.A. Lavery, Elevated peak plantar pressures in patients who have Charcot arthropathy, *J. Bone Joint Surg. Am.* 80 (3) (1998) 365–369.
 - 3 D.G. Armstrong, L.A. Lavery, Negative pressure wound therapy after partial diabetic foot amputation: a multicentre, randomised controlled trial, *Lancet* 366 (9498) (2005) 1704–1710.
 - 4 M. Assal, A. Ray, R. Stern, Realignment and extended fusion with use of a medial column screw for midfoot deformities secondary to diabetic neuropathy. Surgical technique, *J. Bone Joint Surg. Am.* 92 (Suppl 1 Pt 1) (2010) 20–31.
 - 5 J. Aumiller, Nationale Versorgungsleitlinie zum diabetischen Fussyndrom. Strategien gegen Amputationen, *MMW Fortschr. Med.* 151 (36) (2009) 18–19.
 - 6 C.M. Capobianco, J.J. Stapleton, T. Zgonis, Surgical management of diabetic foot and ankle infections, *Foot Ankle Spec.* 3 (5) (2010) 223–230.
 - 7 C.E. Chen, J.Y. Ko, C.Y. Fong, R.J. Juhn, Treatment of diabetic foot infection with hyperbaric oxygen therapy, *Foot Ankle Surg.* 16 (2) (2010) 91–95.
 - 8 V.R. Driver, M. Fabbi, L.A. Lavery, G. Gibbons, The costs of diabetic foot: the economic case for the limb salvage team, *J. Vasc. Surg.* 52 (3 Suppl) (2010) 17S–22S.
 - 9 Y. Feng, F.J. Schlosser, B.E. Sumpio, The Semmes Weinstein monofilament examination is a significant predictor of the risk of foot ulceration and amputation in patients with diabetes mellitus, *J. Vasc. Surg.* 53 (1) (2011) 220–226.
 - 10 T.K. Fisher, C.L. Scimeca, M. Bharara, J.L. Mills Sr., D.G. Armstrong, A stepwise approach for surgical management of diabetic foot infections, *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 100 (5) (2010) 401–405.
 - 11 R.G. Frykberg, Neuropathic arthropathy: the diabetic Charcot foot, *Diabetes Educ.* 9 (4) (1984) 17–20.
 - 12 R.G. Frykberg, A summary of guidelines for managing the diabetic foot, *Adv. Skin Wound Care* 18 (4) (2005) 209–214.
 - 13 R.G. Frykberg, T. Zgonis, D.G. Armstrong, V.R. Driver, J.M. Giurini, S.R. Kravitz, A.S. Landsman, L.A. Lavery, J.C. Moore, J.M. Schuberth, D.K. Wukich, C. Andersen, J.V. Vanore, Diabetic foot disorders. A clinical practice guideline (2006 revision), *J. Foot Ankle Surg.* 45 (5 Suppl) (2006) S1–66.
 - 14 C.E. Hazenberg, J.G. van Baal, E. Manning, A. Bril, S.A. Bus, The validity and reliability of diagnosing foot ulcers and pre-ulcerative lesions in diabetes using advanced digital photography, *Diabetes Technol. Ther.* 12 (12) (2010) 1011–1017.
 - 15 D.J. Janisse, E.J. Janisse, Shoes, orthoses, and prostheses for partial foot amputation and diabetic foot infection, *Foot Ankle Clin.* 15 (3) (2010) 509–523.
 - 16 J.E. Johnson, S.A. Anderson, One stage resection and pin stabilization of first metatarsophalangeal joint for chronic plantar ulcer with osteomyelitis, *Foot Ankle Int.* 31 (11) (2010) 973–979.
 - 17 T.P. Kearney, N.A. Hunt, L.A. Lavery, Safety and effectiveness of flexor tenotomies to heal toe ulcers in persons with diabetes, *Diabetes Res. Clin. Pract.* 89 (3) (2010) 224–226.
 - 18 A. Larena-Avellaneda, H. Diener, T. Kolbel, F. Tato, E.S. Debus, Diabetisches Fussyndrom, *Chirurg.* 81 (9) (2010) 849–861.
 - 19 E. Lebrun, M. Tomic-Canic, R.S. Kirsner, The role of surgical debridement in healing of diabetic foot ulcers, *Wound Repair Regen.* 18 (5) (2010) 433–438.
 - 20 R. Lobmann, G. Kasten, U. Kasten, H. Lehnert, Association of increased plantar pressures with peripheral sensorimotor and peripheral autonomic neuropathy in Type 2 diabetic patients, *Diabetes Nutr. Metab.* 15 (3) (2002) 165–168.
 - 21 R.M. Marks, J.T. Long, E.L. Exten, Gait abnormality following amputation in diabetic patients, *Foot Ankle Clin.* 15 (3) (2010) 501–507.
 - 22 G. Ollenschlager, I. Kopp, H. Thole, M. Lelgemann, Die Nationale Versorgungsleitlinie Typ-2-Diabetes - Fusskomplikationen. Ein zusammenfassender Bericht, *Med. Klin. (Munich)* 102 (3) (2007) 250–254.
 - 23 H.L. Penny, M. Dyson, J. Spinazzola, A. Green, M. Faretta, G. Meloy, The use of negative-pressure wound therapy with bio-dome dressing technology in the treatment of complex diabetic wounds, *Adv. Skin Wound Care* 23 (7) (2010) 305–312.
 - 24 M.S. Pinzur, T. Noonan, Ankle arthrodesis with a retrograde femoral nail for Charcot ankle arthropathy, *Foot Ankle Int.* 26 (7) (2005) 545–549.
 - 25 M.S. Pinzur, M.P. Slovenkai, E. Trepman, N.N. Shields, Guidelines for diabetic foot care: recommendations endorsed by the Diabetes Committee of the American Orthopaedic Foot and Ankle Society, *Foot Ankle Int.* 26 (1) (2005) 113–119.
 - 26 A.S. Powlson, A.P. Coll, The treatment of diabetic foot infections, *J. Antimicrob. Chemother.* 65 (Suppl 3) (2010) iii3–iii9.
 - 27 C.L. Ramanujam, Z. Facaros, T. Zgonis, External fixation for surgical off-loading of diabetic soft tissue reconstruction, *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 28 (1) (2011) 211–216.
 - 28 M. Richter, S. Zech, Computer Assisted Surgery (CAS) guided arthrodesis of the foot and ankle: an analysis of accuracy in 100 cases, *Foot Ankle Int.* 29 (12) (2008) 1235–1242.
 - 29 M. Richter, S. Zech, Intraoperative 3D Imaging in Foot and Ankle Trauma. The First Clinical Experience with a Second Device Generation (ARCADIS-3D), *J. Orthop. Trauma* 23 (3) (2009) 213–220.
 - 30 M. Richter, S. Zech, J. Leonard, Goldner Award 2009. Intraoperative pedobarography leads to improved outcome scores: a Level I study, *Foot Ankle Int.* 30 (11) (2009) 1029–1036.
 - 31 M. Richter, S. Zech, J. Geerling, M. Frink, K. Knobloch, C. Krettek, A new foot and ankle outcome score: Questionnaire based, subjective, Visual-Analogue-Scale, validated and computerized, *Foot Ankle Surg.* 12 (4) (2006) 191–199.
 - 32 R.A. Sage, Risk and prevention of reulceration after partial foot amputation, *Foot Ankle Clin.* 15 (3) (2010) 495–500.

- 33 L.J. Sanders, The Charcot foot: historical perspective 1827-2003, *Diabetes Metab. Res. Rev.* 20 (Suppl 1) (2004) S4–8.
- 34 D.G. Smith, M. Assal, G.E. Reiber, C. Vath, J. LeMaster, C. Wallace, Minor environmental trauma and lower extremity amputation in high-risk patients with diabetes: incidence, pivotal events, etiology, and amputation level in a prospectively followed cohort, *Foot Ankle Int.* 24 (9) (2003) 690–695.
- 35 L. Vaianti, G. Palitta, G. Ravasio, P. Randelli, P. Arrigoni, Reconstruction of traumatic plantar foot defects in diabetic patients, *Orthopedics* 33 (5) (2010) 10–24.