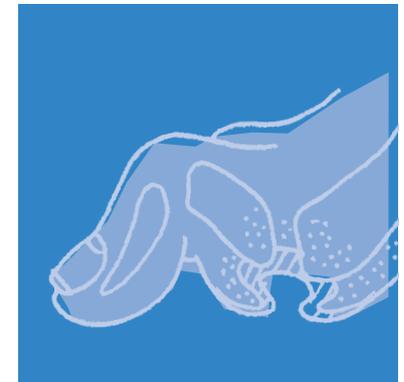
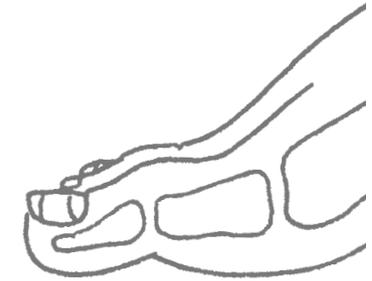


Internationaler Konsensus über den Diabetischen Fuß

Internationale Arbeitsgruppe *über den Diabetischen Fuß*

Internationaler Konsensus über den Diabetischen Fuß



ISBN 3-87409-302-6

Internationaler Konsensus über den Diabetischen Fuß

Internationale Arbeitsgruppe *über den Diabetischen Fuß*

Mai 1999

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Internationaler Konsensus über den Diabetischen Fuß /
Internationale Arbeitsgruppe über den Diabetischen Fuß. -
Mainz : Kirchheim, 1999
ISBN 3-87409-302-6



Herausgeber Dt. Übersetzung: PD Dr. med. M. Spraul
Übersetzung: Dr. med. B. Richter

Verlag Kirchheim & Co GmbH
Kaiserstraße 41 - 55116 Mainz

Vorwort

Das diabetische Fußsyndrom stellt eine schwerwiegende Komplikation des Diabetes mellitus dar, dessen Bedeutung in den letzten Jahren auch in Deutschland erkannt wurde. Vieles in der Diagnostik und Therapie des diabetischen Fußsyndroms ist jedoch nicht evidenz-basiert. Darüber hinaus fehlen einheitliche Definitionen und Klassifikationen der vielfältigen Ausprägungen des diabetischen Fußsyndroms.

Der Internationale Consensus über den diabetischen Fuß schafft die Grundlage für eine effektive Prävention und Therapie des diabetischen Fußsyndroms durch Förderung einer gemeinsamen Wissensbasis des multidisziplinären Teams. Der Consensus stellt außerdem auch die Basis für die Erarbeitung der Leitlinien der Deutschen Diabetes Gesellschaft über den diabetischen Fuß dar.

Der Erlös dieses Buches geht an die International Working Group on the Diabetic Foot, insbesondere für die Übersetzung in andere Sprachen. Ein kleinerer Teil ist für die Arbeitsgemeinschaft Diabetischer Fuß bestimmt.

Die Arbeitsgemeinschaft Diabetischer Fuß in der DDG wünscht diesem hervorragenden Buch, das inzwischen auch durch die Internationale Diabetes Federation (IDF) empfohlen wird, eine weite Verbreitung.

Priv.-Doz. Dr. med. Maximilian Spraul

Sprecher der Arbeitsgemeinschaft Diabetischer Fuß

Mitglieder des Editorenteams der Internationalen Arbeitsgruppe über den Diabetischen Fuß

- J. Apelqvist** *co-chairman* University Hospital,
dept. of Diabetology and Endocrinology, Lund, Sweden
- K. Bakker** *chairman* Spaarne Ziekenhuis Heemstede,
dept. of Medicine, Heemstede, The Netherlands
- W.H. van Houtum** *secretary* Medisch Centrum Alkmaar,
dept. of Medicine, Alkmaar, The Netherlands
- M.H. Nabuurs-Franssen** *secretary* Academisch Ziekenhuis Maastricht,
dept. of Medicine, Maastricht, The Netherlands
- N.C. Schaper** *scientific secretary* Academisch Ziekenhuis Maastricht,
dept. of Medicine, Maastricht, The Netherlands

Mitglieder der Internationalen Arbeitsgruppe über den Diabetischen Fuß

- K. van Acker** University Hospital Antwerp,
dept. of Endocrinology, Antwerp, Belgium
- J. Apelqvist** *co-chairman* University Hospital,
dept. of Diabetology and Endocrinology, Lund, Sweden
- K. Bakker** *chairman* Spaarne Ziekenhuis Heemstede,
dept. of Medicine, Heemstede, The Netherlands
- A.J.M. Boulton** *co-chairman* Manchester Royal Infirmary,
dept. of Medicine, Manchester, United Kingdom
- J.H. Bowker** University of Miami School of Medicine,
dept. of Orthopaedics and Rehabilitation,
Miami, United States of America
- L. Campbell** St. Vincent Hospital, Director Diabetes Center,
Sydney, Australia
- P.R. Cavanagh** Penn State University, Center for Locomotion Studies,
United States of America
- E. Chantelau** Heinrich-Heine University, dept. of Medicine,
Düsseldorf, Germany
- E.R. Chaytor** McGill University, Jewish General Hospital,
dept. of Orthopaedic Surgery, Montreal, Canada
- A. Clarke** Center for Diabetes and Endocrinology,
dept. of Podiatry, Johannesburg, South Africa

- H. Connor** *County Hospital, Consultant Physician, Hereford, United Kingdom*
- V. Dargis** *Rehabilitation Hospital, dept. of Endocrinology, Kaunas, Lithuania*
- M. Edmonds** *King's College Hospital, dept. of Diabetology, London, United Kingdom*
- M. Falkenberg** *Primary Health Care Centre, Kisa, Sweden*
- A. Foster** *King's College Hospital, dept. of Podiatry, London, United Kingdom*
- R.G. Frykberg** *Harvard Medical School, dept. of Podiatry, United States of America*
- E. Gil Zorzo** *Hospital Clinico Universitario San Carlos, Diabetes Nurse, Madrid, Spain*
- I.V. Gourieva** *Diabetic Foot Center / Russian Academy of Postgraduate Medical Education, dept. of Endocrinology and Diabetology, Moscow, Russia*
- L.B. Harkless** *University of Texas Health Science Center, dept. of Podiatry, San Antonio, United States of America*
- P.H. Holstein** *Copenhagen Wound Healing Center, Bispebjerg Hospital, dept. of Vascular Surgery, Copenhagen, Denmark*
- K. Hosokawa** *Saiseikai Central Hospital, dept. of Endocrinology and Metabolism, Tokyo, Japan*
- W.H. van Houtum** *Medisch Centrum Alkmaar, dept. of Medicine, Alkmaar, The Netherlands*
- J. Juang** *Chang Gung Memorial Hospital, dept. of Endocrinology and Metabolism, Taoyuan, Taiwan*
- I. Kalo** *World Health Organization, Quality of Care and Technologies, Copenhagen, Denmark*
- H. King** *World Health Organization, Division of Noncommunicable Diseases, Geneva, Switzerland*
- C.V. Krishnaswami** *Voluntary Health Services, dept. of Diabetes, Madras, India*
- J. Mayfield** *Indiana University, dept. of Family Medicine, Indianapolis, United States of America*
- M.H. Nabuurs-Franssen** *Academisch Ziekenhuis Maastricht, dept. of Medicine, Maastricht, The Netherlands*
- L. Norgren** *University Hospital, dept. of Surgery, Lund, Sweden*
- S. O'Rourke** *Diabetes Center, dept. of Public Health, Cairns, Australia*
- C. Payne** *LaTrobe University, dept. of Podiatry, Victoria, Australia*

- H.C. Pedrosa** *Fundacao Hospitalar do Distrito Federal, Program of Education and Control of Diabetes, Brasilia, Brazil*
- S. Pendsey** *Director Diabetes Clinic and Research Center, Nagpur, India*
- B. Peter Riesch** *University of Geneva, dept. of Endocrinology and Diabetology, Geneva, Switzerland*
- T.R. Pieber** *Karl-Franzens-University, dept. of Medicine, Graz, Austria*
- J.A. Rauwerda** *Free University Amsterdam, dept. of Vascular Surgery, Amsterdam, The Netherlands*
- G.E. Reiber** *University of Washington, dept. of Health Services and Epidemiology, Seattle, United States of America*
- N.C. Schaper** *scientific secretary Academisch Ziekenhuis Maastricht, dept. of Medicine, Maastricht, The Netherlands*
- D.L. Steed** *University of Pittsburgh, dept. of Vascular Surgery, Pittsburgh, United States of America*
- L. Uccioli** *University of Rome, dept. of Endocrinology, Roma, Italy*
- V. Urbancic-Rovan** *University Medical Center, dept. of Endocrinology, Diabetes and Metabolic Diseases, Ljubljana, Slovenia*
- L. Vang** *Steno Diabetes Center, Diabetes Nurse, Gentofte, Denmark*
- L. Vileilkyte** *Manchester Royal Infirmary, dept. of Medicine and Psychology, Manchester, United Kingdom*
- D. Voyatzoglou** *A. Fleming General Hospital, dept. of Medicine, Athens, Greece*
- E. Witso** *University Hospital of Trondheim, dept. of Orthopaedic Surgery, Trondheim, Norway*



Inhaltsverzeichnis

16 Der Diabetische Fuß, eine Herausforderung für Experten und Gesundheitspolitiker

21 Internationaler Konsensus über die Versorgung und Prävention des Diabetischen Fußes

- 21 Definitionen und Kriterien
- 26 Epidemiologie des diabetischen Fußes
- 30 Soziale und ökonomische Faktoren
- 36 Pathophysiologie der Fußulzeration
- 40 Diabetische Neuropathie
- 44 Periphere arterielle Verschlusskrankheit und Diabetes
- 58 Biomechanik und Schuhwerk
- 67 Das diabetische Fußulkus: Ergebnisse und Versorgung
- 78 Diabetische Fußinfektionen
- 88 Neuro-Osteoarthropathie
- 91 Amputationen bei diabetischen Patienten
- 96 Wie sich Fußprobleme verhindern lassen
- 107 Organisation der Fußversorgung
- 111 Versorgung des diabetischen Fußes: ein regionaler Überblick
- 126 Implementierung der Leitlinien
- 128 Referenzen des Internationalen Konsensus über den Diabetischen Fuß

Beiheft: Leitlinien für die Praxis zur Versorgung und Prävention des Diabetischen Fußes



Vorwort

Mehr als 120 Millionen Menschen in der Welt leiden an Diabetes mellitus. Zu viele dieser Individuen haben diabetische Fußulzera, die eventuell zu einer Amputation führen. Berücksichtigt man die hohen Kosten, die Fußulzera verursachen, bedeutet diese Erkrankung nicht nur eine große Belastung für den Patienten sondern auch für das Gesundheitssystem. Obgleich sich die Entwicklungsschritte in Richtung Ulzeration und Amputation weltweit nicht unterscheiden, variieren die Ulkus- und Amputationsprävalenz stark zwischen den verschiedenen Ländern.

Diese Differenzen reflektieren wahrscheinlich Variationen in den Bevölkerungscharakteristika und den Wundversorgungsstrategien zwischen den geographischen Regionen. Meist sind mehrere Mechanismen gleichzeitig verantwortlich, so daß ein patientenorientiertes, multidisziplinäres Vorgehen nötig ist, um die Ulzerations- sowie Amputationsanzahl und die damit verbundenen Gesundheitskosten zu reduzieren. Weiterhin sollte eine gut strukturierte Organisation mit allen Einrichtungen für eine diabetische Fußversorgung vorhanden sein. Soll sich eine derartige Vorgehensweise als nützlich erweisen, bedarf es einer gemeinsamen Anstrengung aller mit Diabetikern arbeitenden Personen sowie spezifischer Leitlinien, um eine einheitliche diabetische Fußversorgung zu erzielen. Leider resultieren ungenügende Aufmerksamkeit, mangelndes Wissen und Fähigkeiten sowohl bei Patienten als auch Anbietern von Gesundheitsfürsorge immer noch in insuffizienter Prävention und Versorgung zu vieler Patienten.

Im letzten Jahrzehnt wurden in einigen Ländern Leitlinien über die Prävention und Versorgung des diabetischen Fußes verabschiedet. Unterschiede hinsichtlich der Einbeziehung verschiedener Spezialdisziplinen, Zielvorstellungen und -Gruppen oder Patientencharakteristika ergaben jedoch verschiedene Dokumente. Weiterhin richtet sich in mehreren Ländern das Augenmerk der politischen Entscheidungsträger im Gesundheitsbereich nicht auf den diabetischen Fuß, und es werden demzufolge Argumente benötigt, um Ressourcen zu erschließen. Ganz offensichtlich bestand die Notwendigkeit für einen internationalen Konsensus, der als Ansatzpunkt für die Formulierung von Leitlinien in verschiedenen Ländern oder geographischen Gebieten dienen könnte. Zusätzlich wurde auch aus einem anderen Bereich die Notwendigkeit für einen Konsens betont.

Im letzten Jahrzehnt steigt die Anzahl der sich mit der Erforschung des diabetischen Fußes beschäftigenden Wissenschaftler ständig an; dennoch gibt es in verschiedenen Bereichen keine eindeutigen Definitionen, die die Basis der Forschung und Datenberichte sein sollten. Um diesen Notwendigkeiten zu entsprechen, wurde der Internationale Konsensus über den Diabetischen Fuß durch eine Gruppe unabhängiger Experten entwickelt. Diese Internationale Arbeitsgruppe über den Diabetischen Fuß formulierte den vorliegenden Text in enger Zusammenarbeit mit mehreren internationalen Organisationen, die sich in der Betreuung von Diabetikern engagieren.



Internationaler Konsensus über den diabetischen Fuß

Das Ziel des vorliegenden Dokumentes ist, Leitlinien für die Versorgung und Prävention zur Reduktion der Folgen der diabetischen Fußkrankung zu erstellen. Dies soll durch eine qualitative Gesundheitsversorgung unter Berücksichtigung der Kosten und Gebrauch der Prinzipien der *evidence-based medicine*, verstärkt durch Expertenmeinung, erfolgen. In dem Dokument werden die grundlegenden Konzepte der diabetischen Fußversorgung genannt, mit einer klaren Beschreibung der verschiedenen diagnostischen, präventiven oder therapeutischen Strategien. Weiterhin werden die Organisation der Versorgung und die Implementation der Leitlinien beschrieben. Dieses Dokument beinhaltet drei verschiedene Texte, die für Gesundheitspolitiker, in der allgemeinen Gesundheitsversorgung Arbeitende und Fußspezialisten erstellt wurden:

- Der Diabetische Fuß: eine Herausforderung für Gesundheitspolitiker. Dieser Text enthält wesentliche Elemente für Gesundheitspolitiker, die in die Planung und Allokation von Gesundheitsversorgungs-Ressourcen involviert sind. Er fokussiert auf die sozio-ökonomischen Auswirkungen des diabetischen Fußes und die Möglichkeit, diese durch zielgerichtete Interventionsstrategien zu reduzieren.
- Der Internationale Konsens über die Behandlung und Prävention des Diabetischen Fußes. Dieser Text dient als Referenz zu den Leitlinien für die Praxis. Weiterhin definiert er eine Reihe essentieller Themen der diabetischen Fußkrankung, summiert die gegenwärtigen Strategien in Versorgung und Prävention und kann von Spezialisten benutzt werden, die in die diabetische Fußversorgung eingebunden sind.

- Die Leitlinien für die Praxis zur Versorgung und Prävention des Diabetischen Fußes. Dies ist eine Reihe einfacher Leitlinien, die die grundlegenden Prinzipien der Prävention und Behandlung beschreiben. Diese Leitlinien können in der täglichen Praxis aller im Gesundheitswesen Beschäftigten, die sich mit der Betreuung diabetischer Patienten befassen, verwandt werden.

Abhängig von lokalen Gegebenheiten, müssen die in diesen Dokumenten umrissenen Prinzipien für den lokalen Gebrauch unter Berücksichtigung regionaler Differenzen der Sozio-Ökonomie, des Zugangs zur Gesundheitsversorgung und kultureller Faktoren angepaßt werden. Um diesen Prozess zu erleichtern, wurde eine Arbeitsgruppe zur Leitlinienimplementierung gegründet, die in enger Kooperation mit internationalen Organisationen wie der IDF und der WHO arbeiten wird. Schließlich wird das Dokument nach vier Jahren revidiert werden, basierend auf der Erfahrung mit den Leitlinien in ausgewählten, weltweiten Zentren.

In der Entwicklung des Dokumentes wurde sich um ein evidenz-basiertes Vorgehen bemüht, das einen klaren und transparenten Satz praktischer Leitlinien schaffen sollte. Andererseits mangelt es gegenwärtig bei zahlreichen relevanten Themen an solider wissenschaftlicher Information. Das Dokument sollte als Konsens betrachtet werden, der durch eine Gruppe unabhängiger, renommierter Experten aus unterschiedlichen Bereichen der Betreuung diabetischer Patienten mit Fußkrankung erzielt wurde. Die in diesem Prozess benutzte Information wurde aufgrund von Literaturrecherchen, mehreren Cochrane-Analysen und Konsenserklärungen anderer Dokumente erstellt.

Konsensusprozess

Konsensustext basiert auf:

- *Literaturrecherchen*
- *Cochrane-Analysen*
- *anderen Konsensdokumenten*
- *Expertenmeinungen*

Das Dokument wurde nach mehreren Zyklen produziert, die folgendes beinhalteten:

- *Kapitelerstellung durch ausgewählte Experten*
- *Review durch das Editorenteam*
- *kritische Evaluation durch die gesamte Arbeitsgruppe*
- *Treffen, bei denen Texte und Kommentare diskutiert wurden*

Teilnahme von Repräsentanten internationaler Organisationen

Das endgültige Dokument wurde durch alle Mitglieder der Arbeitsgruppe genehmigt

Die Internationale Arbeitsgruppe über den Diabetischen Fuß

1996 wies eine Expertengruppe im Bereich des diabetischen Fußes auf die Notwendigkeit hin, einen internationalen Satz an Definitionen und Leitlinien zur Versorgung und Prävention des diabetischen Fußes zu entwickeln. Eine Pilotarbeitsgruppe aus 15 Experten wurde gebildet, die sich für zwei Tage zu Beginn des Jahres 1997 traf, um die Ziele, die spezifischen Themen des Dokumentes und die anzuwendenden Vorgehensweisen zu definieren. Der Text wurde in mehrere Kapitel aufgeteilt, für jedes

davon wurde ein oder mehrere Spezialist(en) als primäre Verfasser eingeteilt, und es erfolgte die Etablierung des Editorenteams zwecks Lenkung des Gesamtprozesses.

Auf den durch die Pilotarbeitsgruppe erstellten Grundzügen basierend, wurden die Texte durch das Editorenteam mehrmals überprüft, und in Zusammenarbeit mit den Autoren wurde ein Satz vorläufiger Texte erstellt. 1998 wurden diese Texte während eines zweitägigen Treffens der „Internationalen Arbeitsgruppe über den Diabetischen Fuß“ vorgestellt. Diese Gruppe aus 45 Experten von allen Kontinenten beinhaltete Allgemeinärzte, Diabetologen, Fußpfleger, Diabetesschwestern, Allgemein-, Gefäß- und orthopädische Chirurgen. Zusätzlich nahmen Vertreter mehrerer internationaler Organisationen teil. Aufgrund extensiver Diskussionen in der Gesamt- und den Untergruppen wurde eine Reihe von Modifikationen abgestimmt. Nach dem Treffen wurden die Texte durch das Editorenteam in enger Zusammenarbeit mit den ursprünglichen Autoren umgeschrieben. Das überarbeitete Dokument wurde der Internationalen Arbeitsgruppe zur Kommentierung zugesandt und anschließend durch das Editorenteam erneut geschrieben. Danach wiederholte sich der Prozess erneut. Zuletzt wurde das Dokument durch alle Mitglieder der Internationalen Arbeitsgruppe genehmigt, und der Konsensus wurde während des 3. Internationalen Symposiums über den Diabetischen Fuß in Noordwijkerhout, Niederlande, am 5.-8. Mai 1999, vorgestellt.

Implementierung

Der entscheidende Schritt nach Erstellen des Konsensdokumentes wird ein Programm zur Implementierung der Leitlinien sein. Das Dokument muß weltweit übersetzt und an lokale Standards adaptiert werden. Deshalb wurden die Mitglieder der Internationalen Arbeitsgruppe gebeten, Treffen zwecks Übertragung des Dokumentes auf die lokalen Gegebenheiten unter Berücksichtigung kultureller und sozio-ökonomischer Unterschiede zu organisieren. Zusätzlich werden im Gesundheitswesen Beschäftigte aus Ländern, die noch nicht in der Internationalen Arbeitsgruppe repräsentiert sind, zur Teilnahme gebeten werden. In diesem Prozess ist die Unterstützung durch Organisationen wie der WHO und der IDF, denen die Leitlinien zwecks Zustimmung vorgelegt wurden, essentiell.

Zweifellos wird das Dokument nach einigen Jahren revidiert werden müssen. Die Anzahl relevanter klinischer Studien über den diabetischen Fuß steigt ständig, und während der Implementation werden wesentliche Informationen hinzukommen. Deshalb ist geplant, im Jahre 2003 eine zweite Auflage zu erstellen, um sowohl die Entwicklung als auch die Implementation des Internationalen Konsensus über den Diabetischen Fuß als einen kontinuierlichen Prozess zu gestalten.

Unterstützung durch Gesundheitsorganisationen und Sponsoren

Der Internationale Konsensus wurde in enger Zusammenarbeit mit der WHO entwickelt; Vertreter der IDF, der ADA und des EASD nahmen teil, und das Dokument wurde diesen Organisationen zur Unterstützung präsentiert.

Der Konsensus wurde, wie bereits angemerkt, von einer Gruppe unabhängiger Experten entwickelt, und das vorliegende Dokument ist ohne Einfluß pharmazeutischer Firmen verfaßt. Die Entwicklung des Konsensus und das Implementierungsprogramm wurden jedoch erheblich durch die finanzielle Unterstützung pharmazeutischer Firmen erleichtert. Bis heute unterstützten *Johnson & Johnson* und *Dermagraft Joint Venture (Advanced Tissue Sciences / Smith & Nephew)* großzügig die Initiative. Weiterhin erfolgte eine Spende durch den holländischen EASD-Fonds. Durch ihre bedingungslose finanzielle Unterstützung trugen diese Sponsoren beträchtlich zu dem Internationalen Konsensus bei.

*Editorenteam der Internationalen Arbeitsgruppe
über den Diabetischen Fuß*

Der Diabetische Fuß, eine Herausforderung für Experten und Gesundheitspolitiker



Der Diabetische Fuß - eine Herausforderung für Experten und Gesundheitspolitiker

Diabetes ist eine schwere chronische, durch erbliche und Umwelteinflüsse verursachte Erkrankung. Die weltweite Zahl von Patienten mit Diabetes von 120 Millionen im Jahre 1996 wird sich voraussichtlich bis zum Jahr 2025 aufgrund steigenden Alters, Übergewichtes, sitzender Lebensweise und veränderter Ernährungsgewohnheiten auf 250 Millionen mehr als verdoppeln. Menschen mit Diabetes suchen öfter Ärzte auf, werden häufiger hospitalisiert und haben geringere Chancen auf einen Arbeitsplatz als vergleichbare Altersgruppen ohne Diabetes. Untersuchungen mehrerer großer verwalteter Gesundheitsbereiche haben gezeigt, daß die 3-4% Patienten mit Diabetes 12-15% der Ressourcen der Gesundheitsversorgung verbrauchen.

Obgleich viele schwere und teure Komplikationen Individuen mit Diabetes beeinträchtigen, wie z.B. Herzerkrankungen, Nierenversagen und Erblindung, fordern Fußkomplikationen den größten Zoll: 40-70% aller Amputationen der unteren Extremitäten werden durch Diabetes mellitus verursacht. In manchen Gegenden wurden so hohe Prozentsätze wie 70-90% beschrieben. In den USA werden jährlich mehr als 50.000 diabetesbezogene Amputationen durchgeführt. Vergleichbare Zahlen sind aus anderen entwickelten und weniger-entwickelten Ländern berichtet worden. Als Konsequenz bieten Fußkomplikationen ein besonders besorgniserregendes Bild. Mehrere Länder in Euro-

pa, dem Nahen Osten und in Afrika, wie auch Organisationen wie die Weltgesundheitsorganisation und die Internationale Diabetes Föderation haben Ziele, Vorhaben und Erklärungen geschaffen, die die Amputationsrate um bis zu 50% reduzieren sollen (St. Vincent Deklaration).

Fünfundachtzig Prozent aller diabetesbezogenen Amputationen der unteren Extremitäten geht ein Fußulkus voran. Die wesentlichsten Faktoren in Bezug auf die Entwicklung eines Fußulkus sind die periphere Neuropathie, kleine Fußtraumen und Fußdeformitäten. Viele Individuen mit Diabetes verlieren das Gefühl in ihren Füßen, können Deformitäten entwickeln und nehmen eventuell sich wiederholende kleine Traumen oder Verletzungen nicht wahr, die die Haut aufreißen oder den Fuß schädigen. Das Spektrum der Fußläsionen variiert in den verschiedenen Regionen der Welt aufgrund unterschiedlicher sozio-ökonomischer Bedingungen, Fußversorgungsstandards und Qualität des Schuhwerks. Die häufigsten Traumen, die ein Fußulkus verursachen, sind entweder unzureichende oder nicht oft genug benutzte Schuhe oder ein Mangel an Schuhen. Viele Fußulzera lassen sich durch regelmäßige Fußinspektionen, dem Zugang zu einer Fußbehandlung und adäquate Schuhe verhindern. Allerdings erfährt selbst heute die größte Anzahl diabetischer Patienten keine regelmäßigen Inspektionen ihrer Füße und keine hinreichende Fußbehandlung.

Eine Kombination verschiedener Faktoren verlangsamt den normalen Heilungsprozess eines Ulkus und kann in die Entwicklung einer Infektion oder Gangrän münden, mit dem Endergebnis einer langfristigen Krankenhausbehandlung und Amputation. Die Schlüsselfaktoren in der Vorhersage der Konsequenzen eines diabetischen Fußulkus sind Infektion, Ischämie, Wundversorgung, Druckentlastung, Neuropathie und Ko-Morbidität.

Dies erfordert ein multifaktorielles und normalerweise multidisziplinäres Herangehen im Team. Eine Strategie, die die Prävention, Schulung von Patienten und Betreuern sowie eine multifaktorielle Behandlung von Fußulzera und engmaschige Überwachung beinhaltet, kann die Amputationsraten um 49-85% senken.

Der diabetische Fuß ist ein signifikantes ökonomisches Problem, insbesondere wenn die Amputation einen verlängerten Krankenhausaufenthalt, eine Rehabilitation und eine gesteigerte Inanspruchnahme für häusliche Versorgung und soziale Dienstleistungen nach sich zieht. Die Kosten für eine Primärheilung wurden auf 7.000-10.000 Dollar geschätzt. Die direkten Kosten einer mit einem diabetischen Fuß assoziierten Amputation werden auf 30.000-60.000 Dollar geschätzt. Die Langzeitkosten (3 Jahre) für eine initiale Amputation wurden auf 43.100-63.100 Dollar geschätzt, hauptsächlich aufgrund vermehrter Notwendigkeit häuslicher Versorgung und sozialer Dienstleistungen. Die entsprechenden Kosten für Individuen mit Primärheilung wurden auf 16.100-26.700 Dollar veranschlagt. Zusätzlich zu diesen Kosten sollten indirekte Kosten aufgrund des Produktivitätsausfalls, der individuellen Patientenkosten und von Lebensqualitätsverlusten berücksichtigt werden. Demzufolge wurden die Gesamtkosten für den diabetischen Fuß in den USA auf 4.000.000.000 Dollar pro Jahr geschätzt.

Eine substantielle Studienanzahl konnte nachweisen, daß die Amputationsrate um mehr als 50% gesenkt werden kann, falls die folgenden Strategien umgesetzt werden:

- Regelmäßige Inspektion der Füße und des Schuhwerks während der regulären Patientenbesuche
- Vorbeugende Fuß- und Schuhversorgung bei Hochrisikofüßen (Fußpflege, Schuhversorgung, Schulung)

- Eine multifaktorielle und multidisziplinäre Vorgehensweise im Falle einer bestehenden Fußläsion
- Frühzeitige Diagnose einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit und Gefäßintervention
- Kontinuierliche Nachbetreuung von Patienten mit früheren Fußulzera
- Registrierung von Amputationen und Fußulzera.

Falls die oben beschriebenen Strategien mit einer 50%igen Reduktion der Amputationsrate implementiert werden, können nach schwedischen Berichten die direkten Kosten der Behandlung diabetischer Fußulzera um 20-40% sinken. Nach Einschätzung eines britischen Reportes können für jede vermiedene Amputation 4.000 englische Pfund gespart werden, exklusive der indirekten Kosten (z.B. Produktivitätsverlust, verstärkte Notwendigkeit sozialer Dienstleistungen, etc.).

Was können Gesundheitspolitiker unternehmen, um diese Belastungen zu senken?

- Machen Sie sich das Ausmaß der regionalen Diabetesprobleme und der Belastung durch diabetische Komplikationen klar. Es können ausgeprägte Variationen der Komplikationen beobachtet werden, die auf die Möglichkeit von Interventionen hinweisen. Gemeinden in Gegenden mit hohen Amputationsraten könnten gezielt Amputationspräventionsprogrammen zugeführt werden.
- Seien Sie gewillt, eine Infrastruktur zu unterstützen, die die Existenzmöglichkeit für diabetische Fußteams schafft. Das Team sollte in der Lage sein, für eine kontinuierliche, den lokalen Gegebenheiten angemessene Diabetesbetreuung zu sorgen, und die Fähigkeit haben, Personen mit hohem Risiko für Fußkomplikationen zu identifizieren und weiterzuverfolgen. Eine Zielausrichtung auf die Hochrisikogruppen für Komplikationen wird einen effizienteren

Gebrauch von Ressourcen nach sich ziehen, z.B. durch Identifizierung von Individuen mit einem höheren Risiko, Fußulzera zu entwickeln und durch Versorgung dieser Patienten mit Schutzschuhen und Fußbettungen, um zukünftige Ulzera zu vermeiden.

- Erkennen Sie, daß viele Disziplinen an der Diabetesversorgung teilhaben und daß eine optimale Betreuung sowohl eine Behandlung bestehender Komplikationen beinhaltet als auch einen präventiven Anteil, der die Entwicklung neuer Komplikationen verzögern wird. Die zweckmäßige Kombination aus Fachleuten und einem multifaktoriellen Vorgehen kann Kosten eindämmen und ist effektiver.
- Nehmen Sie schlüssige Forschungsergebnisse in die Diabetesprogramme auf.
- Ermutigen Sie Patienten und Diabetesexperten, gemeinsam realistische Behandlungsziele zu etablieren, die einen Erfolg in Bezug auf metabolische Kontrolle, Komplikationen und Lebensqualität erkennen lassen. Dies bedeutet, Patienten zu schulen, um diese über Selbstbehandlung und verschiedene Möglichkeiten des Lebensstils sachkundig zu machen.

Zusammenfassend können Gesundheitspolitiker durch Problembewußtsein und zielgerichtete Anstrengungen eine bessere Diabetesversorgung, verbesserte Patientenresultate und einen effizienteren Ressourcengebrauch gewährleisten. Unter Berücksichtigung der hohen Kosten von Ulzera und Amputationen werden die relativ geringen Kosten, die mit der Fußversorgung einhergehen, kosteneffektiv sein.

Internationaler Konsensus über die Versorgung und Prävention des Diabetischen Fußes



Definitionen und Kriterien

Allgemeines

Diabetischer Fuß: Infektion, Ulzeration und/oder Destruktion tiefen Gewebes, die mit neurologischen Auffälligkeiten und verschiedenen Graden einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit in der unteren Extremität einhergeht (*basiert auf der Definition der Weltgesundheitsorganisation*).

Fuß: Die Struktur am oder unterhalb des Sprunggelenkes.

Fußläsion: Bläschen, Erosion, kleiner Schnitt oder Ulkus am Fuß.

Hochrisiko: Anwesenheit von Charakteristika, die eine hohe Wahrscheinlichkeit, eine spezifische Komplikation zu entwickeln, anzeigen.

Geringes Risiko: Abwesenheit von oder Anwesenheit nur weniger Charakteristika, die eine hohe Wahrscheinlichkeit, eine spezifische Komplikation zu entwickeln, anzeigen.

Heilung: Intakte Haut, d.h. funktionale Epithelisation.

Nekrose: Devitalisiertes Gewebe, entweder nass oder trocken, unabhängig von dem betroffenen Gewebe.

Gangrän: Eine ununterbrochene Nekrose der Haut und der darunter liegenden Strukturen (Muskeln, Sehnen, Gelenke oder Knochen), die eine irreversible Schädigung anzeigt, bei der eine Heilung nicht ohne Verlust eines Teiles der Extremität erwartet werden kann.

Ödem: Genügend ausgeprägte Fußschwellung, um nach Fingerdruck eine deutliche Delle zu hinterlassen.

Erythem: Rötung.

Kallus: Bildung einer Hyperkeratose aufgrund exzessiver mechanischer Belastung.

Diabetische Neuropathie: Die Anwesenheit von Symptomen und/oder Zeichen einer peripheren Nervendysfunktion bei Personen mit Diabetes, nach Ausschluß anderer Ursachen.

Neuro-ischämisch: Die Kombination einer diabetischen Neuropathie und Ischämie.



Vaskulär

Periphere arterielle Verschlusskrankheit: Anwesenheit klinischer Zeichen wie z.B. fehlende Fußpulse, einer Claudicatio intermittens-Anamnese, Ruheschmerz und/oder pathologische Befunde bei nicht-invasiver vaskulärer Untersuchung, die auf eine gestörte oder beeinträchtigte Zirkulation hinweisen.

Ischämie: Zeichen einer beeinträchtigten Zirkulation, die durch eine klinische und/oder vaskuläre Untersuchung bestätigt werden.

Kritische Extremitäten-Ischämie: Persistierender ischämischer Ruheschmerz, der eine mehr als zweiwöchige regelmäßige Analgesie erfordert und/oder Ulzeration oder Gangrän eines Fußes oder von Zehen, die mit einem systolischen Knöcheldruck von < 50 mmHg oder einem systolischen Zehendruck von < 30 mmHg einhergeht.

Claudicatio: Schmerzen im Fuß, im Oberschenkel oder in der Wade, die durch Gehen verstärkt und durch Ruhe gelindert werden und die kombiniert mit dem Nachweis einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit auftreten.

Ruheschmerz: Schwere und persistierender Schmerz, der im Fuß lokalisiert ist und häufig durch Absenken des Fußes gemildert werden kann.

Angioplastie: Wiedereröffnung eines arteriellen Lumens durch perkutane transluminale Instrumente/Techniken.



Ulkus

Oberflächliches Ulkus: Komplette Läsion der Haut, die sich nicht durch die Subkutis erstreckt.

Tiefes Ulkus: Komplette Hautläsion, die sich durch die Subkutis erstreckt und möglicherweise Muskeln, Sehnen, Knochen und Gelenke einbezieht.



Infektion

Zellulitis: Anwesenheit von Schwellung, Erythem und Überwärmung. Deutet auf eine entzündliche Reaktion hin, unabhängig von den Ursachen.

Infektion: Invasion und Vermehrung von Mikroorganismen in Körpergeweben, die klinisch inapparent verlaufen kann oder aufgrund von kompetitivem Metabolismus, Toxinen, intrazellulärer Replikation oder der Immunantwort in einer lokalen Zellschädigung resultiert.

Oberflächliche Infektion: Eine Hautinfektion, die sich nicht auf die Muskeln, Sehnen, Knochen oder Gelenke erstreckt.

Tiefe Infektion: Nachweis eines Abszesses, einer septischen Arthritis, Osteomyelitis oder einer septischen Tendosynovitis.

Osteitis: Knocheninfektion ohne Beeinträchtigung des Knochenmarks.

Osteomyelitis: Knocheninfektion mit Beeinträchtigung des Knochenmarks.



Amputation

Amputation: Resektion eines terminalen Extremitätenteiles.

Primäre Amputation: Die erste Amputationsprozedur in einer Folge bis zu einem endgültigen Ergebnis (Heilung oder Tod).

Erstes Amputationseignis: Die erste primäre Amputation bei einem Individuum in einer gewissen Zeitperiode, unabhängig von der Seite und Höhe der Amputation.

Re-Amputation: Amputation einer Extremität nach einer vorangegangenen nicht-abgeheilten Amputation.

Erneute Amputation: Amputation einer Extremität nach einer vorangegangenen abgeheilten Amputation.

Bilaterale Amputation: Simultane Amputation beider unterer Extremitäten, unabhängig von der Amputationshöhe.

Zweitbein-Amputation: Majoramputation bei einem Patienten, dem vorher das kontralaterale Bein amputiert worden war.

Minoramputation: Exartikulation der mittleren Fußwurzelknochen oder unterhalb davon.

Majoramputation: Jede Amputation oberhalb der mittleren Fußwurzelknochen.

Amputationshöhe: Zehenexartikulation, Amputation eines Strahls, transmetatarsale Amputation, tarso-metatarsale Amputation, Exartikulation des mittleren Tarsus, Exartikulation des Sprunggelenkes, transtibiale Amputation (unterhalb des Knies), Knie-Exartikulation (durch das Knie), transfemorale Amputation (oberhalb des Knies) und Hüftgelenks-Exartikulation.



Verschiedenes

Fußdeformität: Strukturelle Anomalitäten des Fußes, wie z.B. Vorhandensein von Hammerzehen, Krallenzehen, Hallux valgus, prominenten Metatarsalköpfchen, Zustand nach Neuro-Osteoarthropathie, Amputationen oder anderen fußchirurgischen Eingriffen.

Débridement: Entfernung toten Gewebes.

Neuro-Osteoarthropathie (Charcot-Fuß): Nicht-infektiöse Zerstörung von Knochen und Gelenken im Zusammenhang mit einer Neuropathie.

Gewichtsentlastung: Entlastung eines gewichttragenden Areal durch den strikten Gebrauch von Gehhilfen, eines Rollstuhls, Gipses oder anderer orthetischer Hilfsmittel.

Therapeutisches Schuhwerk: Schuhwerk, das biomechanischen Stress auf ein Ulkus mindert und einem Verband Platz bietet.

Protektives Schuhwerk: Schuhwerk, das einem Ulkus vorbeugt.

Fußbettung: Die weiche Schicht der Sohle des Schuhinneren. Kann üblicherweise herausgenommen werden.

Orthese: Ein Hilfsmittel, das eine strukturelle oder funktionelle Anomalität kontrolliert, korrigiert oder verbessert.



Epidemiologie des diabetischen Fußes

- *Ungefähr 40-60% aller (nicht-)traumatischen Amputationen der unteren Extremität werden bei Patienten mit Diabetes durchgeführt.*
- *85% der diabetesbezogenen Amputationen der unteren Extremität geht ein Ulkus voran.*
- *Vier von fünf Ulzera diabetischer Personen werden durch externe Traumen bewirkt.*
- *Die Prävalenz des Fußulkus in der diabetischen Bevölkerung beträgt vier bis zehn Prozent.*

Die hauptsächlichsten unerwünschten Konsequenzen diabetischer Fußprobleme sind Fußulzera und Amputationen. Zwischen verschiedenen Ländern und geographischen Regionen wurde eine große Variation in den Amputationsraten dokumentiert. Ungefähr 40-60% aller nicht-traumatischen unteren Beinamputationen werden bei Patienten mit Diabetes durchgeführt. In den meisten Studien wurde die Inzidenz der unteren Beinamputation auf 7-206/100.000 Einwohner/Jahr geschätzt. Die höchsten Zahlen wurden für Indianerreservate in den USA angegeben, und die niedrigsten Inzidenzen werden in dänischen und englischen Gebieten gefunden. Adäquat durchgeführte populationsbasierte Studien über die Amputationsinzidenz am unteren Bein sind jedoch rar, insbesondere in weniger entwickelten Ländern. Die Inzidenzdifferenz beruht in vielen Fällen auf unterschiedlichen Studiendesigns, demographischen Faktoren und der Diabetesprävalenz wie auch auf Variationen in den Registrierungssystemen und Differenzen in der Kostenerstattung der verschiedenen Prozeduren. Es wurde berichtet, daß bei bis zu 15-19% der sich einer Amputation unterziehenden diabetischen Patienten, der Diabetes zum ersten Mal zum Zeitpunkt des chirurgischen Eingriffs diagnostiziert wurde. Diabetische Patienten weisen häufiger als nicht-diabetische Patienten

eine Amputation unterhalb des Fußgelenkes auf. Demzufolge neigen Studien, die sich primär mit Amputationen oberhalb des Fußgelenkes auseinandersetzen, zu einer Unterschätzung der Gesamtzahl diabetesbezogener Amputationen. Deshalb sollten bei Berichten über Amputationen alle Amputationshöhen berücksichtigt werden. In entwickelten Ländern scheinen Amputationen ebenfalls unterschätzt zu werden, falls ein kontinuierliches Registrierungssystem nicht existiert. Unter Berücksichtigung dieser Faktoren beträgt die häufigste Inzidenz diabetesbezogener Amputationen wahrscheinlich 5-24/100.000 Einwohner/Jahr oder 6-8/1.000 diabetische Personen/Jahr. Es ist belegt, daß Fußulzera etwa 85% aller diabetischer Amputationen vorangehen. Der Anteil der Patienten, die sich einer Amputation mit Gangrän unterziehen, liegt nach verschiedenen Studien zwischen 50-70%, und eine bestehende Infektion wurde bei 20-50% der Patienten gefunden. In den meisten Fällen mußte eine Amputation aufgrund der Kombination von tiefer Infektion und Ischämie durchgeführt werden. Die in der Literatur angegebenen häufigsten Indikationen für eine Amputation sind Gangrän, Infektion und ein nicht-heilendes Ulkus. Obgleich desöfteren erwähnt, sollte ein nicht-heilendes Ulkus nicht als Indikation für eine Amputation betrachtet werden.

Die Punktprävalenz der Fußulzera in entwickelten Ländern wurde auf etwa 4-10% der diabetischen Individuen geschätzt. Eine entsprechende Inzidenz von 2.2-5.9% wurde berichtet. Dabei muß berücksichtigt werden, daß die meisten dieser Daten auf Querschnittsuntersuchungen selektierter Patientenpopulationen diabetischer Personen beruhen, die tendentiell jünger als 50 Jahre alt sind. In Studien, die sich auf jüngere Personen mit Typ 1 oder Typ 2 Diabetes konzentrieren, wurde die Prävalenz auf 1.7-3.3% geschätzt, im Vergleich zu 5-10%, falls die Mehrzahl der Patienten entweder älter oder Typ 2 Diabetiker sind.

Bei einer Diskussion der Risikofaktoren für den diabetischen Fuß ist es wichtig, zwischen Faktoren zu differenzieren, die sich auf eine periphere Neuropathie und eine periphere arterielle Verschlusskrankheit beziehen, sowie solchen, die mit der Entwicklung von Fußulzera in Verbindung stehen und solchen, die mit der Amputation in Zusammenhang gebracht werden. In den meisten Fällen wurden die Risikofaktoren, die mit der Entwicklung eines Fußulkus assoziiert sind, als vergleichbar mit denjenigen für die untere Extremitätenamputation erachtet. Dies ist jedoch bisher nicht nachgewiesen worden. Weiterhin beinhalten Studien, die Risikofaktoren untersuchen, gewöhnlicherweise Typ 1 oder junge Typ 2 Diabetiker aus hochspezialisierten Fußbetreuungszentren, weisen kleine Fallzahlen auf, sind retrospektiv oder Querschnittsuntersuchungen und sind in den meisten Fällen nicht bevölkerungsbezogen.

Zahlreiche Faktoren wurden vorgeschlagen, die einen Zusammenhang mit der Entstehung von Fußulzera aufweisen sollen (Tabelle). Das männliche Geschlecht wurde mit einem gesteigerten Ulkus- und Amputationsrisiko bei den meisten Studien über Typ 2 Diabetes in Verbindung gebracht, jedoch sind diese Ergebnisse inkonsistent. Es besteht allgemeine Übereinstimmung, daß der wichtigste Risikofaktor für die Fußulkusentwicklung die Anwesenheit einer peripheren sensomotorischen Neuropathie ist. Die geschätzte Prävalenz der peripheren Neuropathie variiert zwischen 30-70%, abhängig von den untersuchten Populationen sowie den Definitionen und diagnostischen Kriterien. Achtzig bis neunzig Prozent der in Querschnittsuntersuchungen beschriebenen Fußulzera gingen ein externes Trauma (normalerweise inadäquate oder schlecht-sitzende Schuhe) voran. In diesen Studien variierte der Anteil rein neuropathischer Läsionen, neuro-ischämischer Läsionen und rein ischämischer Läsionen beträchtlich. Ungefähr 70-100% der Fußulzera wiesen

Zeichen einer peripheren Neuropathie mit wechselnden Graden einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit auf. In einer populationsbezogenen Querschnittsuntersuchung betrug der Anteil der neuropathischen, neuro-ischämischen und ischämischen Läsionen 55%, respekt. 34% und 10%. Nur 1% der Ulzera wurde als nicht-diabetesbezogen angesehen. Weiterhin waren in dieser Studie 47% der Ulzera den Ärzten vorher nicht bekannt. Die Prävalenz der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit bei diabetischen Personen, definiert als Symptome oder Zeichen inklusive eines Knöchel-Arm-Indexes unterhalb 0.8-0.9, wurde in verschiedenen Studien auf 10-20% geschätzt.

Faktoren, die mit einem Fußulkus in Beziehung stehen:

Vorherige(s) Ulkus / Amputation

Neuropathie

Sensomotorisch

Trauma

*Schlechtes Schuhwerk
Barfußgehen
Stürze / Unfälle
Gegenstände in den Schuhen*

Biomechanik

*Eingeschränkte Gelenkmobilität
Knochenvorsprünge
Fußdeformität / Osteoarthropathie
Kallus*

Periphere arterielle Verschlusskrankheit

Sozio-ökonomischer Status

*Niedrige soziale Stellung
Schlechter Zugang
zu Gesundheitsleistungen
Fehlende Compliance/Vernachlässigung
Niedriger Bildungsgrad*



Soziale und ökonomische Faktoren

- *Diabetische Fußkomplikationen sind aufgrund langdauernder Hospitalisation, Rehabilitation und verstärkter Notwendigkeit von häuslicher Betreuung und sozialen Dienstleistungen teuer.*
- *Unter Berücksichtigung der hohen Kosten diabetischer Ulzera und Amputationen sowohl für das Individuum als auch die Gesellschaft, sind die relativ geringen Kosten der Fußbetreuungs-Interventionen vermutlich in den meisten Gesellschaften kosteneffektiv.*
- *Informationen über die Langzeitprognose diabetischer Fußulzera sind rar.*

In populationsbezogenen Studien, in denen sozio-ökonomische Faktoren nicht kontrolliert wurden, wurde in westlichen Ländern eine Beziehung zwischen nicht-weißer Abstammung und einem gesteigerten Amputationsrisiko berichtet. Zwei analytische Studien, die sozio-ökonomische Faktoren kontrollierten, fanden jedoch keine Relation zwischen dem Status einer ethnischen Minorität und einem gesteigerten Amputationsrisiko. Derzeit scheint in Bezug auf das Amputationsrisiko der sozio-ökonomische Status und der Zugang zu Gesundheitsleistungen wichtiger als der ethnische Status zu sein.

Personen, die alleine leben, keine Freunde oder Verwandte haben, nicht am sozialen oder religiösen Leben teilnehmen, einen niedrigen Bildungsgrad und eine niedrige sozio-ökonomische Klasse aufweisen, haben ein gesteigertes Amputationsrisiko. Es wurde auch nachgewiesen, daß familiäre und soziale Unterstützung für Patienten mit vermindertem Sehvermögen und Gehunsicherheit wichtig sind.

Die ökonomischen Kosten von Ulzera und Amputationen sind hoch (Tabelle). Vergleiche zwischen den mit Fußulzera und Amputationen assoziierten Kosten bei verschiedenen Studien

sind schwierig zu erstellen, da diese in Bezug auf Studiendesign, Methodik, Definitionen, Gesundheitssystem und Kostenerstattung variieren. Normalerweise berücksichtigen diese Studien lediglich die Kosten für das Gesundheitssystem (direkte Kosten). Gewöhnlich werden die indirekten Kosten auf 40-50% der absoluten Kosten einer chronischen Erkrankung geschätzt. Zusätzlich wird normalerweise nicht an die Konsequenzen für die Lebensqualität gedacht. Nach Befunden aus den USA waren fast 77% der sich einer Amputation unterziehenden Individuen über 70 Jahre nicht in der Lage, nach dem chirurgischen Eingriff nach Hause zurückzukehren, was zusätzliche finanzielle Hilfen und soziale Dienstleistungen erforderte. Diese Ergebnisse wurden durch andere im westlichen Europa durchgeführte Studien bestätigt.

Die meisten Fußulzera werden im ambulanten Bereich behandelt und erfordern durchschnittlich 6-14 Wochen zur Heilung. Kompliziertere Fußulzera (tiefe Infektion, Gangrän etc.) erfordern eine substantiell längere Heilungszeit. Viele komplexe Ulzera bedürfen einer Hospitalisierung. In verschiedenen entwickelten Ländern wurde die durchschnittliche Krankenhausaufenthaltsdauer für Patienten mit einem Fußulkus (30-40 Tage) als wenigstens 50% länger beschrieben als für diabetische Patienten ohne Fußulkus. In einer Studie verbrachten diabetische Patienten mit Fußläsionen und vaskulärer Erkrankung eine doppelt so lange Zeit im Krankenhaus wie nicht-diabetische Personen mit einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit (pAVK) und einem Fußulkus. Nach Schätzungen kostet eine Primärheilung (Heilung ohne Amputation) 7.000-10.000 Dollar. Die entsprechenden Langzeitkosten (neue Ulzeration, neue Amputation, soziale Dienstleistungen, Hausbetreuung) nach Heilung mit oder ohne Ischämie wurden auf 16.100-26.700 Dollar geschätzt. In einer Studie betragen die absoluten jährlichen

Behandlungskosten von 274 diabetischen Patienten mit einem Fußulkus 3.500.000 Dollar.

Die mit einer Amputation verbundenen Kosten sind dann besonders hoch, wenn - zusätzlich zu den mit der Hospitalisierung assoziierten Kosten - die Kosten für eine kontinuierliche medizinische Behandlung bis zur Heilung berücksichtigt werden (Tabelle). 1992 lag die durchschnittliche Kostenerstattung für die Amputation einer unteren Extremität in den USA bei 10.969 Dollar für Medicare und bei 26.940 Dollar für private Versicherungen. Dabei muß man berücksichtigen, daß in vielen Berichten die Amputationskosten unterschätzt werden, da viele Patienten nicht bis zum kompletten Heilungsabschluß nachverfolgt werden. In einer prospektiven schwedischen Studie betragen die Heilungskosten einer Majoramputation 65.000 Dollar (Geldwert von 1990), wobei 77% der Kosten nach der Amputation (geriatrische Stationen, primäres Gesundheitssystem, Rehabilitation) anfielen. Laut einer ähnlichen Studie lagen die Langzeitkosten nach Heilung einer initialen Minor- oder Majoramputation inklusive häuslicher Betreuung und sozialer Dienstleistungen bei 43.100-63.100 Dollar. Demnach kann gefolgert werden, daß der diabetische Fuß ein signifikantes ökonomisches Problem aufgrund langdauernder Hospitalisation, Rehabilitation und vermehrter Notwendigkeit für häusliche Betreuung und soziale Dienstleistungen darstellt, insbesondere falls eine Amputation notwendig wird.

Es gibt nur wenige Informationen über die Langzeitprognose diabetischer Fußulzera. Langzeitrezidivraten in Bezug auf verschiedene Ulkusarten und Amputationshöhen sind noch immer unbekannt. In einer prospektiven Studie betragen die 1,3 und 5-Jahres-Fußulkusrezidivraten 44%, respekt. 61% und 70%.

In einer schwedischen Studie war die Mortalitätsrate im Vergleich mit einer alters- und geschlechtsangepassten Population bei Patienten mit primärer Heilung zweifach und bei Patienten mit einer vorherigen Amputation vierfach erhöht. Die gesteigerte Mortalität bei Patienten mit Fußulzera wurde auf die Anwesenheit vielfältiger kardio-zerebro-vaskulärer Erkrankungen und der Nephropathie zurückgeführt.

Verschiedene Studien belegen, daß ein multidisziplinäres Vorgehen, das Prävention, Patientenschulung und eine multifaktorielle Behandlung der Fußulzera umfaßt, die Amputationsraten um 43-85% reduzieren kann.

Es existiert ein großer Bedarf an Studien, die die direkten und indirekten Kosten sowie die Lebensqualität in verschiedenen Ländern untersuchen. Die hauptsächlichen Kontroversen bezüglich Kosten sind: Gefäßchirurgie vs primäre Amputation, konservative Behandlung vs Chirurgie bei einer Fußinfektion, Prävention vs Behandlung eines Ulkus, multidisziplinärer Teamansatz vs monodisziplinäres Vorgehen. Studien, die die Kosten aus der Patientenperspektive evaluieren, sind ebenfalls notwendig. Berücksichtigt man die hohen Kosten von Ulzera und Amputationen sowohl für das Individuum als auch die Gesellschaft, so erscheinen die relativ geringen Kosten einer präventiven Fußversorgung in den meisten Gesellschaften als kosteneffektiv.

Kosten, die mit Ulzerationen und nicht-traumatischen unteren Extremitätenamputationen assoziiert sind:

Autor	Land	Kosten
--------------	-------------	---------------

Primärheilung

Bouter et al. (1988)	Holland ¹	10.000 \$
Apelqvist et al. (1994)	Schweden ³	7.000 \$

Heilung mit Amputation

Connor (1987)	Großbritannien ¹	14.000 \$
Bouter et al. (1988)	Holland ¹	15.000 \$
Bild et al. (1989)	USA ¹	8.000-12.000 \$
Reiber (1992)	USA ²	20.000-25.000 \$
Thompson et al. (1993)	Neuseeland ¹	11.000 \$
Apelqvist et al. (1994)	Schweden ³	43.000 ⁴ -65.000 ⁵ \$
van Houtum et al. (1995)	Holland ¹	14.500 \$

Langzeitkosten (3-Jahresperiode)

Apelqvist et al. (1995)	Schweden ³	Primärheilung 16.100 ⁶ -26.700 ⁷ \$ Heilung mit Amputation 43.100 ⁴ -63.100 ⁵ \$
-------------------------	-----------------------	---

1) Krankenhauskosten, 2) inklusive Rehabilitation, 3) absolute direkte Kosten bis zur Heilung, 4) Minoramputation, 5) Majoramputation, 6) ohne Ischämie, 7) mit Ischämie

Entwicklung eines Plantarulkus aufgrund mechanischer Belastung



*Verschiedene Stadien
in der Entwicklung
eines Plantarulkus,
das durch mechanische
Belastung verursacht
wurde.*



Pathophysiologie der Fußulzeration

- *Die Neuropathie (sensorisch, motorisch und autonom) ist die wichtigste Ursache diabetischer Ulzera.*
- *Zusätzlich zu den rein neuropathischen und rein ischämischen Ulzerationen gibt es eine gemischte Gruppe der neuro-ischämischen Ulzera.*

Diabetische Fußläsionen resultieren häufig aus einer Kombination zweier oder mehrerer gleichzeitig auftretender Risikofaktoren. Die Entwicklungsschritte zur Ulzeration werden in der Abbildung schematisch wiedergegeben. Bei einer diabetischen peripheren Neuropathie sind alle Fasern (sensorische, motorische und autonome) betroffen. Die sensorische Neuropathie geht mit einem Verlust der Schmerz-, Druck-, Temperatur- und Propriozeption-Wahrnehmung einher. Aufgrund des Verlustes all dieser Empfindungen werden schädigende Stimuli oder Traumen entweder weniger oder überhaupt nicht wahrgenommen, was ein Ulkus bewirken kann. Es besteht Übereinstimmung, daß die motorische Neuropathie in eine Atrophie und Schwäche der kleinen Fußmuskeln mündet und eine Flexionsdeformität der Zehen sowie anomale Gehmuster bewirkt. Die Deformitäten führen zu Arealen erhöhten Druckes, z.B. unter den metatarsalen Köpfchen und den Zehen. Die autonome Neuropathie zieht eine reduzierte oder fehlende Schweißsekretion nach sich, die zu einer trockenen Haut mit Rissen und Fissuren führt. Weiterhin erfolgt ein gesteigerter Blutfluß durch arterio-venöse Shunts, mit der Konsequenz eines warmen, manchmal ödematösen Fußes mit erweiterten dorsalen Fußvenen.

Die Gelenkbeweglichkeit kann bei diabetischen Patienten vermutlich aufgrund der Proteinglykolisierung in Gelenken, den Weichteilen und der Haut eingeschränkt sein. Die Fußdefor-

täten, das anomale Gehmuster und die eingeschränkte Gelenkmobilität führen alle zu einer veränderten biomechanischen Belastung des Fußes, mit erhöhten plantaren Fußdrücken und vermutlich verstärkten Scherkräften. Da die protektiven Empfindungen fehlen, wird das repetitive Trauma durch das Gehen nicht wahrgenommen, und es formt sich Kallus als natürliche physiologische Antwort. Unglücklicherweise hat der Kallus die Eigenschaft eines Fremdkörpers an der Hautoberfläche und kann den lokalen Hautdruck weiter steigern. Ulzera sind häufig das Ergebnis extrinsischer Einflußfaktoren auf den insensitiven Fuß, wie z.B. externe Traumata, die oft in Kombination mit (intrinsischen) Faktoren, wie z.B. gesteigertem Fußdruck, auftreten. Bei Fußsohlenulzera bilden sich Schwielen aufgrund der wiederholten mechanischen Belastung, und zuletzt entwickelt sich ein Ulkus, dem häufig eine subkutane Einblutung vorangeht.

Die periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK), die häufig zusammen mit kleinen Traumen oder trivialen Verletzungen vorkommt, kann ein schmerzhaftes, rein ischämisches Fußulkus nach sich ziehen. Die pAVK ist allerdings häufig zusammen mit einer Neuropathie bei demselben Patienten anzutreffen. Es ist wahrscheinlich, daß eine Verminderung des Hautblutflusses aufgrund der Makroangiopathie das Gefäßsystem empfindlicher gegenüber Verschlüssen zu Zeiten erhöhten biomechanischen Druckes auf die Haut macht. Andererseits ist es unwahrscheinlich, daß eine okklusive Mikroangiopathie eine direkte Ursache der Ulzeration ist. Früher dachte man, daß die Mikroangiopathie eine wichtige Rolle in der Pathogenese der diabetischen Fußulzera spielt. Es tritt eine Verdickung der Basalmembran und eine endotheliale Schwellung in den Kapillaren auf; dies verursacht aber keine Verschluss. Es sollte beachtet werden, daß Endarterien für die arterielle Versorgung der Zehen verantwortlich sind.

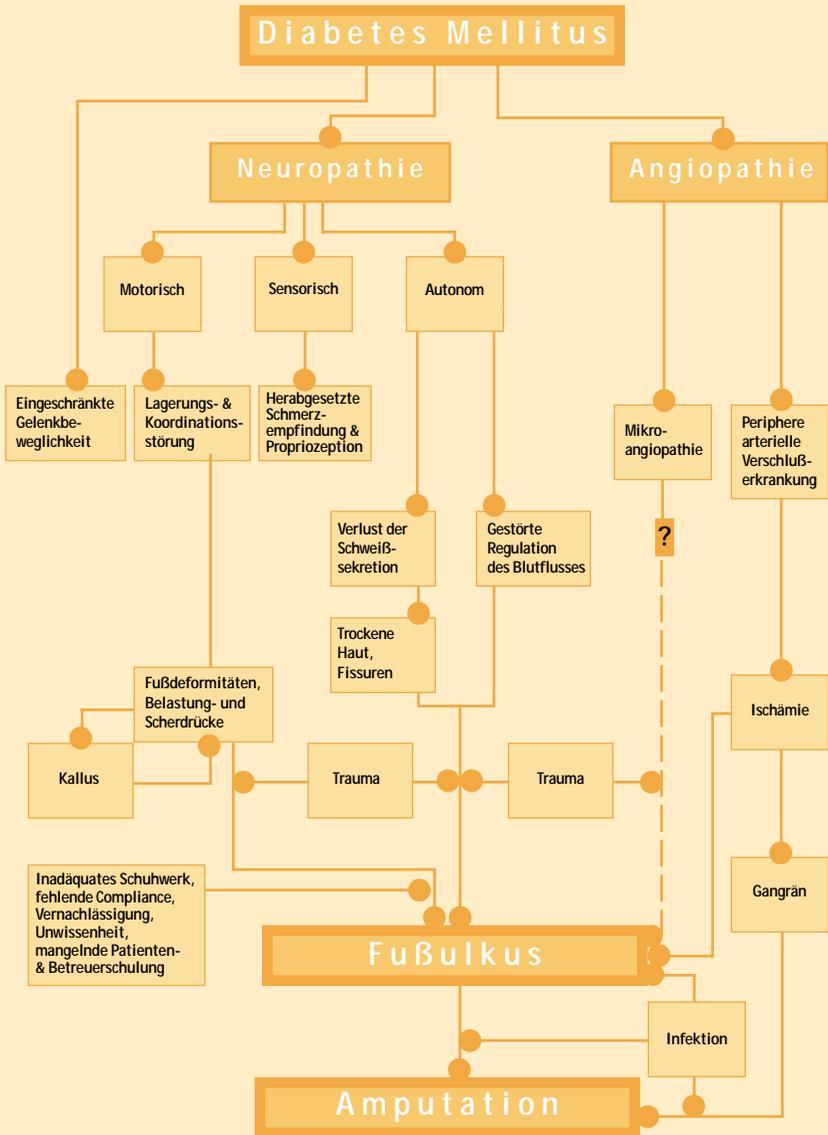
Relativ kleine Ödeme, die z.B. durch Traumen, eine septische Thrombose oder eine Infektion verursacht werden, können einen totalen Verschuß bereits geschädigter Endarterien bewirken, der in eine Zehengangrän mündet.

Eine Infektion ist nur selten die direkte Ursache eines Ulkus. Wird jedoch ein Ulkus durch eine Infektion kompliziert, so ist das Risiko für eine nachfolgende Amputation stark erhöht.

Abschließend muß betont werden, daß, obgleich verschiedene Studien das schuhbezogene Trauma als den wichtigsten ulkusauslösenden Effekt beschrieben haben, mehrere der oben erwähnten pathophysiologischen Wege bei der Mehrzahl der diabetischen Fußulzera zusammenwirken. Ein Verständnis dieser zu einer Ulzeration führenden Wege sollte es erlauben, Strategien zu entwickeln, die Hochrisikopatienten erkennen lassen und die die potentiell gefährlichen Interaktionen verhindern, die häufig in eine Ulzeration münden. Andererseits wird es zunehmend klar, daß trotz der Implementierung derartiger Strategien die Ulzeration eine häufige Komplikation bleibt.

Jüngere Forschungsergebnisse betonen die Wichtigkeit psychologischer Faktoren in der Entstehung diabetischer Fußulzera, welche möglicherweise die Fußpflegepraxis des Patienten beeinflussen. Studien haben gezeigt, daß die Wahrnehmung des Eigenrisikos, basierend auf Symptomen, und der Glaube an die Effektivität der Eigenbehandlung mit einem präventiven Fußpflegeverhalten bei diabetischen Patienten assoziiert war. Diese Aspekte müssen ebenfalls bei der Entwicklung vorbeugender Maßnahmen berücksichtigt werden.

Entwicklungsschritte bei der diabetischen Fußulzeration:





Diabetische Neuropathie

- *Die sensomotorische und periphere sympathische Neuropathie sind Hauptrisikofaktoren für diabetische Fußulzera.*
- *Eine Neuropathie kann nicht allein aufgrund der Anamnese diagnostiziert werden; eine sorgfältige Fußuntersuchung ist unerlässlich.*
- *Bis zu 50% der Typ 2 Diabetiker haben eine signifikante Neuropathie und „Risiko“füße.*

Die diabetische Neuropathie wird als „Anwesenheit von Symptomen und/oder Zeichen einer peripheren Nervendysfunktion bei Menschen mit Diabetes, nach Ausschluß anderer Ursachen“ definiert, wie in den Leitlinien für die Diagnose und ambulante Behandlung der diabetischen peripheren Neuropathie beschrieben, und sie kann gemäß der klinischen Manifestationen weiter klassifiziert werden. Chronische sensomotorische und periphere sympathische Neuropathien sind anerkannte Risikofaktoren für Fußläsionen. Zum Beispiel konnte in prospektiven Studien gezeigt werden, daß der Verlust des Schmerzgefühls und der durch die großen Fasern vermittelten Wahrnehmungen (Vibration, Druck, Berührung) Hauptrisikofaktoren für Fußulzerationen sind. Es muß daran erinnert werden, daß die Fußulzeration selbst die initiale Diagnose der Neuropathie darstellen kann, ohne daß irgendwelche vorherigen subjektiven neuropathischen Symptome bemerkt wurden. Deshalb kann die Neuropathie nicht allein aufgrund der Anamnese diagnostiziert werden: eine sorgfältige neurologische Untersuchung der Füße ist unerlässlich.

Die Symptome einer peripheren Neuropathie beinhalten brennende Schmerzen, stechende Schmerzen, Parästhesien, Temperaturmißempfindungen und Hyperästhesien: alles Symptome, die zu nächtlicher Exazerbation neigen. Die objektiven Krankheitszeichen beinhalten verminderte Wahrnehmung von

Schmerzen, Temperatur und Vibration, Schwund der kleinen Fußmuskulatur, Verlust des Schwitzens und erweiterte dorsale Fußvenen. Die letzten beiden sind Hinweise auf eine autonome Dysfunktion mit Beteiligung sympathischer Nervenfasern: dies führt zu vermehrten arterio-venösen Shunts, die warme Füße bewirken. Deshalb ist ein warmer, aber insensitiver Fuß ein ausgesprochenes „Hochrisiko“fuß.

Da prospektive Studien nachgewiesen haben, daß der Sensibilitätsverlust ein Hauptprädiktor für Fußulzera ist, ist eine regelmäßige neurologische Untersuchung der Füße aller diabetischen Patienten unabdingbar. Diese Untersuchung kann die Testung des Vibrationssinns unter Verwendung einer 128 Hz Stimmgabel beinhalten sowie die Prüfung der Diskrimination mit einer Nadel (nur bei intakter Haut) und der Tiefenwahrnehmung mit einem Reflexhammer (Achillessehnenreflex). Zusätzlich zu diesen einfachen Untersuchungen können semi-quantitative Testungen erfolgen:

- Semmes-Weinstein Monofilamente. Prospektive Studien haben nachgewiesen, daß das Nichtempfinden des 10 Gramm Monofilamentes (5.07) an den Zehen oder am Fußrücken, das zukünftige Auftreten eines diabetischen Fußulkus vorhersagt. Derzeitig existieren keine evidenz-basierten Daten, die beschreiben, wie oft und wo am Fuß ein Monofilament aufgesetzt werden sollte. Die Vorteile dieses Testes sind seine Einfachheit und die niedrigen Kosten. Deshalb empfehlen Experten, daß das 10 Gramm Monofilament der Test der Wahl für die Bestimmung des zukünftigen Ulzerationsrisikos sein sollte.

Gefühlloser Fuß



42-jähriger Mann mit einer schmerzhaften Neuropathie, der eine Moxa-„Therapie“ erhielt (chinesische Hitzebehandlung).



Aufgrund der schweren sensorischen Neuropathie verursachte die Behandlung eine Verbrennung ohne alarmierende Schmerzempfindung.



47-jähriger Mann, der seinen Zigarettenanzünder verloren hatte; nach dreistündigem Spaziergang fand er diesen in seinem Schuh, ohne daß ihm seine gefühllosen Füße bewußt waren. Deshalb verlor er seinen ersten Zeh.



67-jährige Frau, die mit einem Porzellanstück in ihrem Schuh umherging, welches ein großes Fußulkus verursachte.

- Untersuchung des Vibrationsempfindens. Prospektive Studien wiesen nach, daß eine Verminderung der Vibrationsempfindung spätere Ulzerationen vorhersagt. Diese Studien wurden unter Verwendung kleiner, tragbarer elektronischer Instrumente durchgeführt, die die Vibrationsempfindungsschwelle semi-quantitativ bestimmten. Leider sind diese Instrumente (z.B. Biothesiometer oder Neuro-Esthesiometer) für viele Zentren zu teuer. Die 128 Hz Stimmgabel mit Graduierung könnte als eine Alternative für die semi-quantitative Messung des Vibrationssinns dienen, da in einer Studie eine Korrelation mit der Vibrationsempfindungsschwelle gezeigt werden konnte.
- Detaillierte quantitative Testungen der Vibration oder des Temperatursinns können in speziellen Zentren Verwendung finden.

Derzeit gibt es keine pharmakologischen Behandlungen mit relevanten nützlichen Auswirkungen auf den Verlauf der peripheren diabetischen Neuropathie.

Zusammenfassend kann die Neuropathie im ambulanten und stationären Bereich leicht durch eine einfache neurologische Fußuntersuchung diagnostiziert werden. Zusätzlich gibt es verschiedene Untersuchungsverfahren, die zukünftige Ulzerationen vorhersagen können. Wenn die Diagnose einer diabetischen Neuropathie gestellt ist, verbleibt als einzige gegenwärtig verfügbare therapeutische Option die straffe metabolische Kontrolle, wie in den DCCT- und UKPDS-Studien gezeigt werden konnte. Für weitere Details wird der Leser auf das bereits erwähnte Neuropathie-Konsensudokument verwiesen.



Periphere arterielle Verschußkrankheit und Diabetes

- *Die periphere arterielle Verschußkrankheit ist der für das Endergebnis eines diabetischen Fußulkus wichtigste Faktor.*
- *Die periphere arterielle Verschußkrankheit kann häufig durch einfache klinische Untersuchungen erkannt werden: Farbe und Temperatur der Haut, Palpation der Fußpulse, Messung des Knöchelblutdruckes.*
- *Die Heilungswahrscheinlichkeit eines diabetischen Fußulkus kann mittels nicht-invasiver Gefäßtestungen abgeschätzt werden. Messungen des Knöchel- und gelegentlich des Zehenblutdruckes können aufgrund einer Mediasklerose falsch erhöht sein.*
- *Ein ischämischer Ruheschmerz kann bei diabetischen Patienten (vermutlich) aufgrund der peripheren Neuropathie fehlen.*
- *Eine Mikroangiopathie sollte niemals als eine primäre Ulkursorsache akzeptiert werden.*
- *Konservative Vorgehensweisen sollten Gehübungen (falls kein Ulkus oder keine Gangrän besteht), adäquates Schuhwerk, Nikotinabstinenz und eine aggressive Behandlung von Hypertonie und Dyslipidämie beinhalten.*
- *Die Durchgängigkeitsraten und die Anzahl geretteter Gliedmaßen nach einer Revaskularisierung sind bei diabetischen und nicht-diabetischen Patienten nicht unterschiedlich; deshalb ist der Diabetes keine Grund, diese Behandlung einem Patienten vorzuenthalten.*

Die eine arterielle Insuffizienz hervorrufende periphere arterielle Verschußkrankheit (pAVK) ist der wichtigste Faktor für das Endergebnis eines diabetischen Fußulkus. Bei diabetischen Patienten sind die Arteriosklerose und die Mediasklerose die häufigsten arteriellen Erkrankungen. Die Arteriosklerose bewirkt eine Ischämie durch Verengung und Verschuß der Arterie. Die Mediasklerose (Mönckeberg-Sklerose) ist eine Kalzifizierung der Tunica media, die einen starren Kanal hervorruft, ohne jedoch in das arterielle Lumen einzudringen. Daher verursacht die Mediasklerose keine Ischämie, aber die starre arterielle Röhre

kann indirekte Messungen des arteriellen Blutdruckes ernsthaft beeinträchtigen. Schließlich sollte die Mikroangiopathie nicht als primäre Ursache einer Hautläsion akzeptiert werden.

Charakteristika

Es gibt keine für den Diabetes spezifische periphere arterielle Läsionen, aber das Muster der Arteriosklerose ist etwas unterschiedlich. Die Charakteristika dieser Läsionen (nach Expertenmeinung) sind in der Tabelle angeführt.

Periphere arterielle Verschußkrankheit



*Arterien-Mediasklerose,
die zu inkompressiblen
Unterschenkelgefäßen
führt.*



*Aufgrund einer Ischämie
prä-gangränöser vierter Zeh.*



*(Kleinere) Gangrän
des vierten Zehs.*



(Größere) Vorfußgangrän.

Periphere arterielle Verschußkrankheit



69jähriger Mann, der sich einer Angiographie unterzog. Anamnestisch Resektion des zweiten bis vierten Zehs mit subplantarem Abszeß.



Die Angiographie zeigte kurze Segmentverschlüsse der Arteria femoralis superficialis und multiple Unterschenkelarterienverschlüsse.



Eine perkutane transluminale Angioplastie (PTA) der distalen Arteria femoralis superficialis wurde durchgeführt.



Wundheilung nach der erfolgreichen PTA.

Arteriosklerose-Charakteristika diabetischer im Gegensatz zu nicht-diabetischen Patienten:

Häufigeres Vorkommen

Betrifft jüngere Individuen

Keine Geschlechtsdifferenzen

Schnellere Progression

Multisegmental

Eher distal (aorto-iliakale Arterien sind seltener betroffen)

Pathophysiologie

Die mit einer gesteigerten Arterioskleroseprävalenz assoziierten Faktoren sind das Rauchen, die Hypertonie und der Diabetes. Eine Cholesterinakkumulation innerhalb der Gefäßwand ist der Kardinalschritt in der Atherogenese. Während dieses Prozesses werden Intimaplaques geformt, die ulzerieren und nachfolgend thrombosieren können. Dies verengt und verschließt die Arterien und reduziert den Blutfluß sowie den Perfusionsdruck in den peripheren Geweben. Dieser Prozeß verläuft meist segmental und läßt distale Segmente, z.B. der Unterschenkel- oder Fußarterien offen und der gefäßchirurgischen Rekonstruktion zugänglich. Nach einem arteriellen Verschuß treten lokale mikrozirkulatorische Veränderungen auf, falls der Verschuß nicht durch kollaterale Gefäße kompensiert wird.

Die pAVK kann als Zeichen einer generellen arteriosklerotischen Erkrankung betrachtet werden. Deshalb sollten das Herz und die Karotisarterien bei einem Patienten mit pAVK ebenfalls untersucht werden. Es ist immer noch unklar, warum genau diabetische Patienten vermehrt eine arteriosklerotische Gefäßerkrankung entwickeln, aber es ist wahrscheinlich, daß Veränderungen in den zirkulierenden Lipoproteinen zu einem stärker

atherogenen Lipidprofil mit niedrigem HDL-Cholesterin und erhöhten Triglyceriden führen. Die Rolle der Hyperglykämie für die Atherogenese ist jedoch weniger klar und immer noch Diskussionsgegenstand. Die Nephropathie ist innerhalb der diabetischen Population ein Marker für eine generalisierte vaskuläre Erkrankung, und es ist wahrscheinlich, aber nicht bewiesen, daß diese Patienten eher eine pAVK entwickeln.

Symptome

Falls eine hinreichende Kollateralgefäßversorgung einen arteriellen Verschuß kompensiert, gibt es in Ruhe eventuell keine Symptome; aber wenn eine Steigerung des Blutflusses z.B. während des Gehens notwendig wird, dann kann eine Claudicatio intermittens auftreten. Endstadiensymptomaten sind Ruheschmerz – insbesondere nachts – und Ulzeration/Gangrän. Daher gibt es nach Fontaine vier Stadien:

Stadium 1: Okklusive Arterienerkrankung ohne klinische Symptome

Stadium 2: Claudicatio intermittens

Stadium 3: Ischämischer Ruheschmerz

Stadium 4: Ulzeration/Gangrän.

Eine Klassifikation der pAVK bei diabetischen Patienten nach dem Fontaine-Schema kann ungenau sein, da diese Patienten eine schwere periphere Ischämie ohne Symptome aufweisen können. Dies wird als Folge des Sensibilitätsverlustes aufgrund der peripheren Neuropathie angesehen.

Klinische Untersuchung

Experten empfehlen eine jährliche Untersuchung des vaskulären Status diabetischer Patienten unter besonderer Berücksichtigung von:

1) Einer Anamnese hinsichtlich Claudicatio intermittens oder ischämischer Ruheschmerzen, um eine Unterscheidung gegenüber durch eine periphere Neuropathie verursachte Schmerzen zu ermöglichen.

2) Eine Palpation der Pulse der A. tibialis posterior und der A. dorsalis pedis ist obligat. Das Auffinden der Fußpulse durch Tasten hängt von der Raumtemperatur und dem Geschick des Untersuchers ab. Bei fehlenden Pulsen sollte der A. poplitea- und der A. femoralis-Puls untersucht werden. Die A. dorsalis pedis kann angeboren fehlen. Bei Anwesenheit von Fußpulsen ist eine signifikante Gefäßerkrankung unwahrscheinlich. Manche Experten empfehlen bei fehlenden Fußpulsen eine mittels eines tragbaren Ultraschall-Dopplergerätes durchgeführte Messung des Knöchel-Blutdruckes. Ein Knöchel-/Arm-Druckindex (systolischer Knöchelblutdruck dividiert durch den systolischen Armblutdruck, beide am liegenden Patienten gemessen) kleiner 0.9 deutet auf eine okklusive Arterienerkrankung hin. Gegenwärtig gibt es jedoch wenig Information aus der Literatur, die Hilfen in der Behandlung eines Patienten ohne Fußulzera aber mit einem Knöchel-/Arm-Druckindex kleiner 0.9 geben könnte.

3) Potentielle Zeichen einer kritischen Ischämie: Bläßwerden der Füße bei Anheben, Rötung herunterhängender Partien, Ulzeration, Hautnekrose oder Gangrän. Aufgrund der peripheren Neuropathie kann der kritische Ischämiefuß jedoch relativ warm und nur wenig verfärbt sein. Schließlich kann die kritische Ischämie manchmal für eine Infektion gehalten werden, da bei dem ischämischen Fuß lokale Erytheme auftreten können.

Chronische kritische Ischämie

Eine kritische Ischämie bedeutet ein Amputationsrisiko für einen großen Teil einer Gliedmaße, falls keine Revision durch einen revaskularisierenden Eingriff erfolgt. Eine Definition und Leitlinien für die Behandlung der akuten Ischämie liegen außerhalb des Bereiches des vorliegenden Dokumentes. Eine chronische kritische Ischämie wird gegenwärtig durch eines der beiden folgenden Kriterien definiert: 1) persistierender ischämischer Ruheschmerz, der einer mehr als zweiwöchigen regelmäßigen Analgesie bedarf, oder 2) Ulzeration oder Gangrän des Fußes oder der Zehen, die beide zusammen mit einem systolischen Blutdruck des Knöchels < 50 mmHg oder einem systolischen Zehendruck < 30 mmHg auftreten. Diese Kriterien basieren auf der Voraussetzung, daß es bezüglich der kritischen Ischämie keine Differenzen zwischen diabetischen und nicht-diabetischen Patienten gibt. Studien bei diabetischen Patienten mit Fußulzera deuten jedoch darauf hin, daß diese Schwellendruckwertbereiche entweder zu niedrig oder ungenau sind, wie weiter unten beschrieben wird.

Periphere arterielle Verschlusskrankheit



Subplantarer Abszeß und tiefe Läsion des Calcaneus.



1) Angiographie ergibt multiple Verschlüsse der Unterschenkelarterien.

2) Wegen des nicht-heilenden Defektes wurde ein Bypass von der A.poplitea unterhalb des Knies zur Fußarterie durchgeführt.



Sekundärheilung nach erfolgreicher rekonstruktiver Revaskularisation.

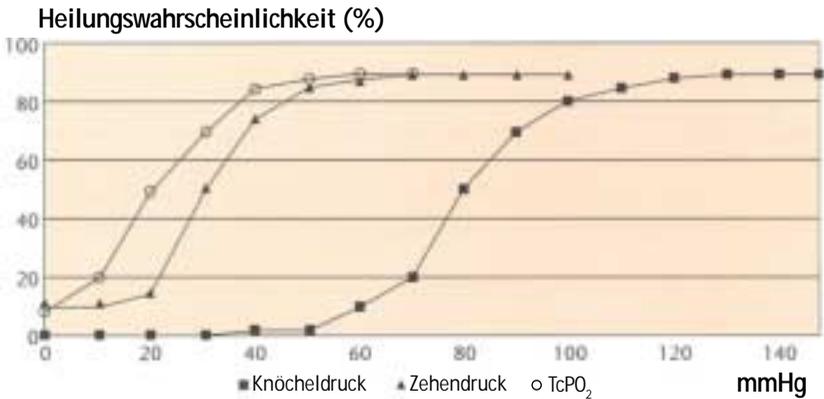
Nicht-invasive vaskuläre Untersuchungen

Aufgrund der Unsicherheit der Anamneseerhebung und klinischen Untersuchung, werden objektivere Messungen der Hautperfusion oft erforderlich. Häufig benutzte Techniken sind Messungen des Knöcheldrucks, des Zehendrucks und (weniger häufig) des transkutanen Sauerstoffdrucks ($TcPO_2$). Diese nicht-invasiven Gefäßtestungen können für folgendes benutzt werden:

- 1) *Diagnose und Quantifizierung einer pAVK*
- 2) *Vorhersage des Wundheilungsverlaufes eines diabetische Fußulkus*
- 3) *Nachuntersuchung und Behandlungskontrolle.*

Die gebräuchlichste Methode zur Diagnose und Quantifizierung einer pAVK ist die Messung des Knöcheldruckes, wie oben beschrieben. Die Knöcheldrücke können falsch hoch (aufgrund der Mediasklerose) sein, und ein Knöchel-/Arm-Druckindex oberhalb 1.15 ist unzuverlässig. Für diese Situation wurde eine Abschätzung des Knöchelperfusionsdruckes mittels des „pole-test“ vorgeschlagen, der das Verschwinden des Ultraschallsignals bei angehobenem Fuß aufzeichnet. Die Knöcheldrücke sind jedoch keine genauen Prädiktoren der Wundheilung. Deshalb schlagen Experten vor, daß diese Messungen bei einem Patienten mit Fußulkus, soweit möglich, durch eine eher periphere Messung ergänzt werden sollten. Mehrere Studien sind publiziert worden, die sich mit der Vorhersagekraft dieser Techniken beschäftigt haben, die Wahrscheinlichkeit der Wundheilung abzuschätzen. Eine schematische Abschätzung der Wahrscheinlichkeit für die Heilung von Fußulzera und Minoramputationen in Abhängigkeit vom Knöchelblutdruck, Zehenblutdruck und der transkutanen Sauerstoffdruckmessung ($TcPO_2$), auf selektierten Berichten fußend, ist in der Abbildung wiedergegeben. Es sollte beachtet werden, daß die diagnostische Spezifität nicht von diesen Kurven ermittelt werden kann.

Bei einem Patienten mit einem nicht-heilenden Ulkus sollte immer an eine periphere arterielle Verschlusskrankheit gedacht werden. Wiederholte Untersuchungen eventuell einschließlich Angiographie sind notwendig.



Nicht-invasive Untersuchungen und Wahrscheinlichkeitsabschätzung der Heilung

Behandlung

Revaskularisation

Bei einem Patienten mit einem Fußulkus sollte eine Abschätzung der Wundheilungswahrscheinlichkeit auf der klinischen Untersuchung und, falls möglich, auf den oben beschriebenen nicht-invasiven Gefäßtestungen beruhen. Falls die Heilungswahrscheinlichkeit als zu gering erachtet wird (vgl. Abbildung) oder wenn der Patient einen persistierenden ischämischen Ruheschmerz hat, sollte eine Revaskularisation in Betracht gezogen werden. Eine zweite Indikation für eine Revaskularisation kann eine Claudicatio intermittens sein, die die Berufsausübung des Patienten bedroht oder seinen Lebensstil einschränkt. In all diesen Fällen muß der arterielle Gefäßbaum der unteren Extremität, inklusive der Fußarterien, dargestellt werden. Verschiedene Techniken können dafür benutzt werden. In den meisten Zentren wird eine Arteriographie der unteren Extremität unter Benutzung der Seldinger Technik (mit und ohne digitale Subtraktionsangiographie) durchgeführt. Falls keine Zeichen einer mehr proximal gelegenen Gefäßerkrankung vorliegen, kann die Untersuchung auf ein Bein mit einer Punktion der Femoralarterie beschränkt werden, um Kontrastmittelmengen einzusparen. Die Arteriographie kann möglicherweise durch die Magnetresonanz-Angiographie (MRA) oder durch Duplexuntersuchungen (Echo-Doppler) ersetzt oder ergänzt werden. Diese Techniken werden jedoch derzeit noch untersucht und verlangen Erfahrung. Eine adäquate Hydrierung und Blutzuckerkontrolle vor sowie nach der Angiographie sind obligat, um eine Kontrastmittel-Nephropathie zu vermeiden.

Eine arterielle Revaskularisation kann durch offene Eingriffe wie z.B. Bypass erfolgen oder (seltener) via Thrombendarterektomie oder mit Hilfe endovaskulärer Prozeduren, normalerweise

se einer Ballondilatation (perkutane transluminale Angioplastie). Endovaskuläre Eingriffe können nur erfolgen, wenn die arteriellen Läsionen kurzstreckig sind. Bei langen Verschlüssen ist normalerweise ein Bypass erforderlich. Die große Vena saphena ist synthetischem Transplantationsmaterial überlegen. Die meisten neueren Berichte deuten auf eine in der gleichen Größenordnung liegende Transplantathaltbarkeit bei diabetischen und nicht-diabetischen Patienten hin.

Eine Revaskularisationsprozedur ist technisch bei den meisten an einer kritischen Ischämie leidenden Patienten möglich. Da exzellente Kurz- und Langzeitergebnisse distaler Rekonstruktionen bei diabetischen Patienten publiziert wurden, sollte ein aggressiveres Vorgehen hinsichtlich Revaskularisationseingriffen gefördert werden. Wann immer eine größere Amputation erwogen wird, sollte die Möglichkeit einer Revaskularisation stets zuerst bedacht werden.

Die pharmakologische Therapie hinsichtlich der Durchgängigkeitserhaltung nach einer Gefäßrekonstruktion ist umstritten, obgleich Aspirin von der Mehrheit der Gefäßchirurgen eingesetzt wird. Zur Vermeidung von Transplantatverschlüssen verbessert eine Transplantatüberwachung mittels Duplexuntersuchungen der venösen Transplantate während des ersten Jahres (mit Aufspüren und Korrektur progressiver Transplantatstenosen) die Durchgängigkeitsrate der Transplantate.

Modifikation von Risikofaktoren

Bei nicht-diabetischen Patienten konnte nachgewiesen werden, daß durch ein Aufgeben des Nikotinkonsums das Risiko eine Claudicatio intermittens zu entwickeln und eine konsekutive Amputation zu erleiden, verringert werden konnte.

Darüberhinaus sind die Durchgängigkeitsraten der vaskulären Rekonstruktionen besser und das Todesrisiko geringer, wenn der Patient aufhört zu rauchen. Obgleich es keine Studien gibt, die nachweisen, daß eine Behandlung von Hypertonie und Dyslipidämie irgendeinen Nutzeffekt für ischämische Fußprobleme hat, empfehlen Experten nachdrücklich diese Faktoren aggressiv zu behandeln. Die Experten sind weiterhin der Meinung, daß Patienten mit einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit mit niedrig dosiertem Aspirin zwecks Reduktion der vaskulären Ko-Morbidität behandelt werden sollten.

Placebokontrollierte Studien deuten darauf hin, daß eine pharmakologische Behandlung einen gewissen Wert in der Verbesserung der peripheren Perfusion bei Patienten mit einer kritischen Ischämie haben kann, aber gegenwärtig gibt es keine hinreichende Evidenz der Wirksamkeit, um den Routinegebrauch irgendeines Medikaments für diesen Zweck zu befürworten.

Gehübungsprogramme haben eine Verbesserung bei der Claudicatio intermittens nicht-diabetischer Patienten nachgewiesen. Ein geeignetes Schuhwerk ist unentbehrlich, und die kardiale Funktion sollte vor Initiierung des Gehübungsprogrammes ermittelt werden. Nach Expertenmeinung sollten Gehübungsprogramme im Falle einer Ulzeration oder Gangrän nicht begonnen werden.

Die lumbale Sympathektomie ist ein obsoletes Verfahren für die Behandlung der Claudicatio intermittens und der kritischen Ischämie bei diabetischen Patienten.



Biomechanik und Schuhwerk

- *Biomechanische Anomalitäten sind häufig eine Folge der diabetischen Neuropathie und führen zu pathologischen Plantar-drücken.*
- *Eine Kombination aus Fußdeformität und Neuropathie vergrößert das Ulkusrisiko.*
- *Eine Druckentlastung ist für die Prävention und Heilung eines Ulkus essentiell, da pathologische Fußdrücke zu plantaren Ulzera-tionen führen.*
- *Schuhe und Einlagen sollten regelmäßig inspiziert und falls nötig ersetzt werden.*
- *Ein Patient sollte niemals wieder Schuhwerk tragen, das eine Ulzera-tion verursacht hatte.*
- *Geeignetes Schuhwerk (angepaßt an hohe Drücke, Deformitäten und/oder Fußläsionen) ist mit signifikant weniger Rezidiven und Entwicklungen von Ulzerationen assoziiert.*

Mechanische Faktoren spielen eine wichtige Rolle in der Ätiologie der Mehrzahl der Fußulzera. Typischerweise tritt eine Verletzung bei gleichzeitig bestehender sensorischer Neuropathie aufgrund einer Fußdeformität (wie z.B. prominente Metatarsalköpfchen oder Hammerzehen) auf, bedingt durch wiederholte Einwirkung von erhöhten plantaren Drücken und möglicherweise Scherkräften auf spezifische Fußregionen während des Gehens. Der Druck verursacht eine Gewebsschädigung, die als Prä-Ulkus (Einblutung in eine Schwielen, Bläschen, kleinere Hautverletzung) beginnen kann. Wenn das Trauma anhält - da der Patient die schützende Wahrnehmung verloren hat - können sich durchgreifende Hautulzera mit dem damit verbundenen Infektionsrisiko bilden.

Zwischen pathologischen Fußdrücken und dem Auftreten plantarer Ulzerationen wurde eine deutliche Beziehung nachgewiesen. Der Fußdruck kann während des Barfußgehens unter

Benutzung verschiedener kommerzieller Geräte gemessen werden, die optische oder elektronische Methoden zum Erstellen einer Konturbildschirmgrafik des Druckes unter dem Fuß benutzen. Elektrotechnische Innensohlen zur Druckmessung sind ebenfalls verfügbar und können bei der Überprüfung der Wirksamkeit therapeutischen Schuhwerks sehr nützlich sein. Einige zu pathologischen Fußdrücken beitragende Faktoren werden in der folgenden Tabelle dargestellt:

*Faktoren, die zu einem pathologischen Fußdruck
(und einer eventuellen Scherbelastung) beitragen*

Intrinsische Faktoren

*Knöchelne Vorsprünge
Eingeschränkte Gelenkbeweglichkeit
Gelenkdeformität
Kallus
Veränderte Gewebeeigenschaften
Vorangegangene Fußchirurgie
Neuro-osteoarthropathische Gelenke*

Extrinsische Faktoren

*Ungeeignetes Schuhwerk
Barfußgehen
Stürze und Unfälle
Objekte innerhalb der Schuhe
Aktivitätsniveau*

Eine Anzahl zusätzlicher biomechanischer Aspekte sind ebenfalls für die diabetische Fußkrankung relevant. Die periphere Neuropathie verursacht ein verstärktes Schwanken beim Stehen, mehr Stürze und Verletzungen während des Gehens und möglicherweise einen veränderten Gang sowie häufigere Fußtraumata (Metatarsalfrakturen sind z.B. häufig). Kallus sollte immer entfernt werden, da er zu erhöhtem Druck beiträgt. Ein operierter Fuß (z.B. Strahlresektion oder Teilamputation) wird ebenfalls eine ausgeprägte pathologische Druckverteilung aufweisen. Die motorische Neuropathie kann gleichfalls zum Auftreten von Fußdeformitäten beitragen. Eine eingeschränkte Beweglichkeit der Fußgelenke und des Knöchels ist wahrscheinlich mit einem erhöhten Plantardruck assoziiert.

Therapeutisches Schuhwerk

Diese Art von Schuhen soll ein Ulkus komplett druckentlasten. Wenn ein Ulkus besteht, wird es nicht heilen (sogar bei adäquater Blutversorgung), bis die mechanische Belastung entfernt wird. Patienten mit einem Fußulkus sollte man ohne eine Druckentlastungsintervention nicht gestatten herumzulaufen. Entlastungsmöglichkeiten beinhalten Bettruhe (für die schwersten Fälle), Gehstützen oder einen Rollstuhl. Spezielle Techniken wie z.B. der Voll-Kontaktgips (total contact cast) und „Scotchcast boots“ sind sehr effektiv, wenn sie korrekt gefertigt und eng überwacht werden. Wegen des Risikos einer Verursachung neuer Ulzerationen müssen diese Techniken jedoch mit Vorsicht und durch erfahrenes Personal angewandt werden. Orthesen könnten in spezialisierten Zentren benutzt werden. Vorfußläsionen können mit Vorrichtungen entlastet werden, die ein Gehen nur auf dem hinteren Teil des Fußes gestatten, wie z.B. „Halbe Schuhe“ und „Fersen-Sandalen“. Diese Vorrichtungen gestatten wegen der Gangunsicherheit und der Notwendigkeit, Gehstützen zu benutzen, allerdings nur kurze Gehstrecken. In speziellen Fällen könnte ein druckentlastender Filz hilfreich sein, aber dies ist nicht hinreichend untersucht. Weiterhin ist die Patientenschulung entscheidend; der Patient muß verstehen, daß selbst einige wenige gewichtsbelastende Schritte auf einem ulzerierten Fuß eine Heilung verhindern können. Es ist wichtig zu erkennen, daß eine Druckentlastung auch in der sitzenden und liegenden Position obligat ist. Da Menschen drinnen und draußen umhergehen, müssen sie für beide Situationen mit einem adäquaten Schuhwerk ausgerüstet sein.

Schützendes Schuhwerk

Schuhe, die die Fußdrücke unterhalb des Ulzerationsschwellenwertes senken, sind für die Prävention sowohl eines

initialen als auch eines Rezidiv-Ulkus von entscheidender Bedeutung. Patienten sollten niemals wieder Schuhe tragen, die bereits zu einem Ulkus führten. Die Prinzipien der Schuhverschreibung für diabetische Patienten sind relativ eindeutig und basieren eher auf ausreichendem Platz und Polsterung denn auf biomechanischer Korrektur. Eine abgestufte Vorgehensweise für die Schuhverschreibung wird von der Fußdeformität des Patienten und seinem Aktivitätsniveau abhängig gemacht. Je größer die Deformität und der Aktivitätsgrad sind, umso komplexer ist der Aufbau des Schuhs zur Reduktion des Verletzungsrisikos. Da dorsale Zehendeformitäten (wie z.B. Fußballentzündungen oder Klauenzehen) häufig sind, ist ein immer ausreichender Raum im Zehenbereich wichtig. Dies erfordert oft extraweite oder superweite Schuhe. Die Oberseite mancher Spezialschuhe kann so geformt werden, daß dorsale Deformitäten darin Platz finden. Unweigerlich besteht die Behandlung aus Versuch und Irrtum, und häufig müssen mehrere verschiedene Schuhe oder Schuhmodifikationen ausprobiert werden, bevor eine zufriedenstellende Lösung gefunden wird.

Inspektion der Schuhe



Aufgrund von Nähten in den Schuhen entwickelte sich ein Druckulkus an beiden seitlichen Fersen .



Schuhwerk



*Schlechtsitzende Schuhe:
zu eng und zu kurz.*



*Therapeutische Schuhwerk:
weich und komfortabel gepol-
sterte Hausschuhe sollten in
der Zeit nach Verlassen des
Krankenhauses getragen
werden.*



Patienten mit einem aktiven Lebensstil haben ein beträchtlich höheres Fußverletzungsrisiko als Individuen mit vorwiegend sitzender Lebensweise. Die Palette der protektiven Schuhe reicht von üblichen Sportschuhen mit weichen Innensohlen für Patienten mit minimalen/mäßigen Deformitäten und geringen/mittleren Aktivitätsgraden bis zu Maßschuhen mit einer Orthese, Entlastungspolsterung in der Brandsohle und Schuhen mit versteifter Rolle für Patienten mit signifikanten Deformitäten und/oder mäßigen bis hohen Aktivitätsgraden. Für Zwischenstadien von Deformitäten und Aktivitätsgraden sind konfektionierte Diabetes-Schutzschuhe mit flacher oder maßgeformter Fußbettung häufig effektiv.

Strümpfe (gepolsterte Socken) können druckentlastend wirken, aber es muß darauf geachtet werden, daß für den Fußrücken ausreichend Platz im Schuh ist. Bei signifikanter Deformität (wie z.B. Mittelfußkollaps bei der Neuro-Osteoarthropathie) kann eine Entlastungsorthese notwendig werden. Nach einer Minoramputation sind protektive Schuhe und eine Orthese eventuell erforderlich. Der schützende Effekt von Schuhen kann in spezialisierten Zentren unter Benutzung von Druckverteilungsmessungen im Schuh ermittelt werden.

Es ist wichtig Patienten dahingehend zu unterrichten und zu ermutigen, ihre schützenden Schuhe zu allen Zeiten zu tragen. Schuhe (insbesondere neue Schuhe) sollten nur kurzzeitig getragen werden, wonach die Füße inspiziert werden. Idealerweise sollten die Schuhe mehrmals täglich gewechselt werden, um ausgedehnte Druckperioden auf knöchernen Vorsprüngen zu vermeiden. Die Schuhe sollten durch einen erfahrenen Experten abgegeben werden, dem klar ist, daß sich bei einer Person mit einer Neuropathie alle Schuhe „gut anfühlen“, selbst wenn die Schuhe eine Nummer zu klein sind! Sogar in geübten Hän-

den muß das schützende Schuhwerk häufig überprüft werden, um effektiv zu sein, und sowohl der Patient als auch derjenige, der die Schuhe abgibt, sollten wissen, daß der Erfolg (d.h. Prävention einer Ulzeration oder eines Rezidivs) nichts bereits immer bei der ersten Ausführung der Schuhe erreicht werden kann. Die Schuhe und insbesondere die Fußbettungen sollten häufig auf Verschleiß kontrolliert und wenn nötig ersetzt werden (eventuell 3-4 mal pro Jahr!). Die weichen Schäume, die zur Druckentlastung benötigt werden, verlieren oft mit der Zeit ihre Rückstellungskraft (und damit die Polsterung) in den wichtigsten Arealen. Eine spezielle Hausschuhversorgung kann für diejenigen Patienten notwendig werden, die nachts zum Wasserlassen aufstehen müssen. Diese sollten sich leicht anlegen lassen und ein Barfußgehen verhindern. Die Patienten sollten ebenfalls wissen, daß das Tragen adäquater Schuhe eine lebenslange Verpflichtung darstellt. Deshalb sollten Patienten zwischen verschiedenen Schuhen auswählen können, die ihren „kosmetischen“ Bedürfnissen entsprechen.

Eine Anzahl von Studien konnte nachweisen, daß, wenn schützendes Schuhwerk verfügbar ist, dieses einem Ulkusrezidiv bei 60-85% der Patienten vorbeugen kann. Daten über die Wirksamkeit der Schuhe bei diabetischen Patienten sind jedoch rar, und weitere Studien sind notwendig. Die Compliance ist häufig ein bedeutsames Problem, und die Patienten tragen oft zu speziellen Anlässen konventionelle, nicht-verschriebene Schuhe. Zusätzlich müssen die Patienten nur allzu häufig für ihre protektiven Schuhe (teilweise) selber zahlen. Falls sie sich dies nicht leisten können, ist die Wahrscheinlichkeit ungeeignete Schuhe zu tragen, erhöht. Davon sollte abgeraten werden, da selbst ein kurzes Tragen inadäquaten Schuhwerks zu einem Ulkusrezidiv führen kann.

Falls das Schuhwerk wiederholte Ulzerationen nicht verhindert, muß entweder der Aktivitätsgrad des Patienten drastisch eingeschränkt oder an einen chirurgischen Eingriff gedacht werden. Verfahren wie metatarsale Osteotomien, oft kombiniert mit einer Verlängerung der Achillessehne, werden manchmal durchgeführt. Es bedarf dringend randomisierter kontrollierter Studien eines Vergleichs konservativer (Schuhwerk) versus operativer Behandlungsansätze bei Ulkusrezidiven.



Das diabetische Fußulkus: Ergebnisse und Versorgung

- *Bei Diabetes wird die Fußulkusheilung durch multiple Faktoren eingeschränkt und erfordert deshalb eine multifaktorielle Vorgehensweise.*
- *Infektionskontrolle, Behandlung der Gefäßerkrankung, Druckentlastung und Wundversorgung sind essentielle Komponenten einer multifaktoriellen Behandlung von Fußulzera.*
- *Art, Lokalisation und Ursache des Ulkus müssen bei der Wahl der Behandlungsstrategien berücksichtigt werden.*
- *Eine lokale Wundversorgung erfolgt zusätzlich zur systemischen und chirurgischen Behandlung.*
- *Eine kontinuierliche Betreuung und lebenslange Beobachtung des diabetischen Risikofußes sind sowohl für die Behandlung als auch die Prävention von Fußulzera unentbehrlich.*

Einführung

Ein kompliziertes Faktorengemisch bestimmt das Endergebnis von Fußulzera bei diabetischen Personen, und die Wichtigkeit der Evaluation dieser Faktoren ist wohlbekannt. Die Heilungsrate von Fußulzera ist außerhalb von Spezialzentren unbekannt, wo sie zwischen 80-90% liegt. Die meisten Daten betreff Faktoren, die mit dem Endergebnis von Fußulzera in Beziehung stehen, basieren auf Querschnitts- meist retrospektiven Untersuchungen mit verschiedenen Patientenselektionen, Definitionen und Behandlungsstrategien. Der Schlüsselbegriff in der Fußulkusbehandlung ist die Erkenntnis, daß die Läsion häufig ein Zeichen einer Multiorganerkrankung ist. Gegenwärtig gibt es etwa 60 publizierte Vergleichsstudien zur Behandlung von Fußulzera. Die meisten davon sind in ihrer Aussagekraft eingeschränkt durch eine kleine Fallzahl, inadäquate Beschreibung der Ulkusart und allgemeiner Charakteristika, kurze Nachverfolgungsperioden, einen Mangel an harten Endpunkten, an *intention to treat* Analysen, Verblindung der Resultatbewertung und ein inadäquates Erörtern von Ausschlüssen und Randomisierung.

Allgemeine Charakteristika und Ko-Morbidität

Ob der Diabetestyp das Ergebnis von Fußulzera beeinflusst, ist unbekannt, insbesondere da die große Mehrheit der Fußulzera und Amputationen bei Patienten mit Typ 2 Diabetes beobachtet wird. In alters- und geschlechtskorrigierten klinischen Studien fand man keine Beziehung zwischen der Diabetesdauer und dem Fußulkusresultat. Auch das Geschlecht ließ in Kurzzeitstudien über Fußulzera keine Beziehung zum Ergebnis erkennen. Das Alter hat jedoch einen wichtigen Einfluß auf das Ergebnis von Fußulzera und auch für die Wahrscheinlichkeit einer Majoramputation. Nichtsdestoweniger gibt es auch bei älteren Patienten Primärheilungen: eine prospektive Studie fand Primärheilungen bei 43% der diabetischen Fußulkuspatienten über 80 Jahre.

Die diabetische Nephropathie, definiert als Makroalbuminurie, wurde als Risikofaktor sowohl für das Resultat von Fußulzera als auch für Amputationen der unteren Extremität identifiziert, während die Proteinurie als Marker einer allgemeinen Gefäßerkrankung bei diabetischen Patienten gesehen wird. Desweiteren haben Patienten im Endstadium der Nierenerkrankung höhere Amputationsraten. Deshalb sollten die Fußläsionen dieser Patienten so aggressiv wie möglich behandelt werden. Die Herzinsuffizienz, die ischämische Herzerkrankung und zerebrovaskuläre Krankheiten hängen ebenfalls mit der Amputation und der Amputationshöhe zusammen. Deshalb muß bei der Behandlung eines diabetischen Fußulkus an Ko-Morbidität gedacht und diese Zustände aggressiv therapiert werden.

Fersenbeinnekrose



*Verschiedene Stadien
eines nekrotischen (Druck)
Fersenulkus*

*Einige Hilfsmittel, die
die Entwicklung eines
Druckulkus an der Ferse
verhindern sollen.*

Arterielle Gefäßerkrankung

Die Claudicatio und der Ruheschmerz haben eine deutliche Beziehung zur Amputationswahrscheinlichkeit, obgleich eine beträchtliche Anzahl diabetischer Patienten mit Fußulzeration keine Symptome aufweist - trotz bestehender schwerer peripherer arterieller Verschlusskrankheit. Wenn eine periphere arterielle Verschlusskrankheit besteht, sollte, falls möglich, das Ausmaß der Ischämie mit Hilfe nicht-invasiver (vgl. Kapitel über die „periphere arterielle Verschlusskrankheit“) Gefäßuntersuchungen quantifiziert werden. Die Rolle einer „funktionellen“ Mikroangiopathie in der Beeinträchtigung der Wundheilung ist noch kontrovers, obgleich verschiedene Medikamente und Behandlungsstrategien getestet wurden und werden. Gegenwärtig kann jedoch keine valide Schlußfolgerung gezogen werden.

Art, Lokalisation und Ursachen

Bei Patienten mit einem Fußulkus kann oft ein vorangegangenes Trauma ermittelt werden. Ein durch zu eng oder schlecht sitzende Schuhe oder ein akutes mechanisches Trauma verursachtes Ulkus ist normalerweise an den Zehen oder am Fußrücken lokalisiert. Ein durch verstärkte mechanische Belastung bedingtes Ulkus (Mal perforans, Streßulkus) ist gewöhnlich unter den Metatarsalköpfchen lokalisiert, während Dekubitusulzera an der Ferse zu finden sind. Es ist von wesentlicher Bedeutung zwischen verschiedenen Ulkuskategorien insbesondere im Hinblick auf prädisponierende Faktoren wie Neuropathie oder Neuroischämie zu differenzieren. Bei der Behandlung von Patienten mit einem Fußulkus ist ein Wundklassifikationssystem unentbehrlich, und verschiedene Systeme sind vorgeschlagen worden. Unglücklicherweise gibt es in der Literatur keine Übereinstimmung darüber, welches System das zweckmäßigste ist. Das Wagnersche Wundklassifikationssystem wird am häufigsten be-

nutzt. Dieses hat den Vorteil, daß die Ulkusprogression von oberflächlichen bis zu tieferen und ausgeprägteren Ulzera beschrieben wird und außerdem zu den Endergebnissen in Bezug gesetzt werden konnte. Andererseits ist dies im wesentlichen eine Klassifikation, die auf der Ulkustiefe basiert und nicht die Wichtigkeit der Wundlokalisation und Ulkusursache berücksichtigt.

Zusammenfassend sollten sowohl die Art und die Lokalisation als auch die Ulkusursache bei der Wahl der zweckmäßigsten Therapiestrategie bedacht werden. Die Beurteilung des Ergebnisses und der Behandlung von Fußulzera können nur erfolgen, wenn die Läsionen hinreichend beschrieben und klassifiziert sind, damit Vergleiche und Evaluationen durchgeführt werden können. Für eine erfolgreiche Fußulzerabehandlung ist deshalb eine standardisierte und gleichbleibende Strategie zur Evaluation der Wunde und des Heilungsfortschritts obligat.

Verminderung der mechanischen Belastung

Eine Verminderung der mechanischen Belastung ist für die Ulkusheilung obligat. Für weitere Ausführungen wird der Leser auf das Kapitel „Biomechanik und Schuhwerk“ verwiesen.

Infektion, Ödem und Schmerzen

Eine Infektion in einem diabetischen Fuß ist ein gliedmaßenbedrohender Zustand und sollte aggressiv therapiert werden (vgl. Kapitel „Infektion“). Das Ergebnis eines Fußulkus korreliert zum Ödem. Ein Ödem hat häufig einen multifaktoriellen Ursprung, wobei die Herzinsuffizienz, Nephropathie, vorangegangene venöse Thrombosen und das neuropathische/hydrostatische Ödem die wichtigsten Ursachen darstellen. Eine Ödembehandlung muß sich auf die prädisponierende Ursache konzentrieren.

Obgleich lediglich 50% der diabetischen Patienten mit Gangrän einen Ruheschmerz verspüren, ist die Anwesenheit von Schmerzen stark mit der Amputationswahrscheinlichkeit korreliert. Deshalb sollten Schmerzen adäquat behandelt werden. Bei der Schmerzbehandlung sollten die Neuropathie, die Druckbelastung, die Wunde selbst und die Angst ebenfalls berücksichtigt werden.

Metabolische Kontrolle

Der HbA_{1c} und schwankende Blutzuckerwerte sind in manchen Studien als Risikofaktoren für nicht-traumatische Amputationen der unteren Extremität bezeichnet worden. In Fallberichten und experimentellen Studien zur Wundheilung wurde eine kurzzeitige metabolische Kontrolle in Zusammenhang mit der Wundheilung gestellt. Die glykämische Kontrolle wurde mit dem Spiegel an Wachstumsfaktoren, der Fibroblastenaktivität, Veränderungen im Kollagenmetabolismus und Blutgerinnungsstörungen korreliert. Alle diese Faktoren könnten zusammen mit der nicht-enzymatischen Glykierung die kurzzeitigen Ergebnisse von Fußulzera beeinflussen. Weiterhin wurde vorgebracht, daß die Hyperglykämie die Leukozytenmigration beeinträchtigt und mit der Phagozytose sowie bakteriziden Aktivität interferiert. In experimentellen Studien verbesserten sich die oben erwähnten Anomalitäten bei Erreichen einer Normoglykämie. Es bestehen jedoch Kontroversen darüber, ob diese Pathologismen als eine Konsequenz der metabolischen Faktoren oder der beeinträchtigten Zirkulation entstehen. Nichtsdestotrotz empfehlen Experten, daß eine optimale Stoffwechselkontrolle und ein optimaler Ernährungsstatus wünschenswert für die Verbesserung der Wundheilung sind.

Lokale Behandlung

Die lokale Behandlung ist nur ein Teil der Gesamttherapie des diabetischen Fußulkus. Die beste Wundversorgung kann eine fortgesetzte Verletzung, Ischämie oder Infektion nicht kompensieren oder korrigieren. Die Wahl der lokalen Behandlungsstrategie macht nicht den Unterschied zwischen Heilung und Nicht-Heilung aus, beeinflusst aber wahrscheinlich die Geschwindigkeit der Heilung. Die Wahl der lokalen Therapie ist empirisch und sollte auf dem Allgemeinzustand des Ulkus basieren. Demnach sollten verschiedene Vorgehensweisen in verschiedenen Heilungsphasen angewandt werden. Die Wahl zwischen einer mechanischen Wundreinigung und topischen Behandlungsstrategien zur Entfernung nekrotischen Gewebes ist ebenfalls empirisch. Es gibt keine vergleichende Studien zwischen einem scharfen und einem enzymatischen oder chemischen Débridement, aber die Experten stimmen darin überein, daß eine Wundreinigung im Falle von Kallusbildungen und Nekrosen essentiell ist, am besten in Form des scharfen Débridements. Tatsächlich wird das scharfe Débridement beim Vorhandensein einer Infektion als obligat angesehen. Das Fehlen einer ausgeprägten Ischämie ist ein Schlüsselfaktor für den Erfolg des scharfen Débridements. Weiterhin muß eine hinreichende Menge lebensfähigen Weichteilgewebes vorliegen, um ein Débridement ohne Freilegung des Knochens zu gestatten.

Die Schwierigkeit randomisierte Studien bei diabetischen Fußulzera durchzuführen ist wohlbekannt. Nichtsdestoweniger wurden mehrere erfolgversprechende Studien bezüglich topisch applizierter Wachstumsfaktoren bei plantarer Ulzeration vorgestellt. Zudem wurden interessante Ergebnisse mit biotechnischen Geweben, verschiedenen anderen topischen Mitteln und der hyperbaren Sauerstofftherapie veröffentlicht, aber diese müssen noch weiter evaluiert werden. Bevor ein Konsens über die

Eignung dieser Behandlungsstrategien erzielt werden kann, müssen weitere Studien erfolgen. Hauttransplantationen und Reverdin Transplantate können erfolgreich sowohl bei diabetischen Fußulzera als auch bei anderen Patienten mit Ulzera der unteren Extremität verwandt werden. Der Einsatz topischer Antibiotika und Antiseptika für die Reinigung und Behandlung von Fußulzera ist noch immer kontrovers.

Soziale Faktoren und Zugang zum Gesundheitswesen

In einigen Fall-Kontrollstudien wurden diabetische Patienten mit einem Fußulkus und der Amputation einer unteren Extremität als eher nicht-compliant erachtet. Es ist schwierig, zwischen einer tatsächlichen Vernachlässigung und dem Nichtwahrnehmen der potentiellen Fußulkusgefahr zu unterscheiden, die von den Komplikationen wie Neuropathie und vermindertem Sehvermögen herrührt. Ein Syndrom der „intendierten Selbstvernachlässigung“ wurde bei diabetischen Fußulkuspatienten beschrieben. In einer Studie über Patienten mit Fußulzera war eine Verzögerung in der Behandlung in 12% der Fälle den Patienten und in 21% der Fälle den Therapeuten zuzuschreiben. Dies wird weiterhin durch Berichte bestätigt, daß erst nach Versagen der initialen Behandlungsstrategie (normalerweise Verbände und/oder Antibiotika) oder wenn sich die Wunde verschlechterte, Patienten mit einem Fußulkus einer multifaktoriellen Behandlung zugeführt wurden.

Zusammenfassend wird die Heilung von Fußulzera diabetischer Patienten durch zahlreiche Faktoren behindert und erfordert eine multifaktorielle Vorgehensweise. Bei der Wahl einer Behandlungsstrategie sollten sozio-ökonomische Faktoren (z.B. Zugang zum Gesundheitswesen) und die Compliance berücksichtigt werden. Weiterhin haben diabetische Patienten mit frühe-

ren Fußulzera ein höheres Risiko für die Entwicklung neuer Ulzera, Amputationen und eine erhöhte Mortalität. Diese Befunde betonen die Notwendigkeit einer lebenslangen Beobachtung des diabetischen Risikofußes sowie die wesentliche Rolle der präventiven Fußversorgung, insbesondere bei denjenigen mit vorangegangenen Fußulzera oder Amputationen.

Voll-Kontaktgips (total contact cast)



Verschiedene Schritte bei dem Eingipsen des Fußes in einen Voll-Kontaktgips (total contact cast), der nicht abnehmbar ist, um den Druck vom ulzerierten Gebiet abzulenken.



Zusammenfassung der Versorgungsstrategien beim diabetischen Fußulkus

<i>Ziel</i>	<i>Strategie</i>
Zirkulationsverbesserung	<i>Nicht-invasive Gefäßtestung Perkutane transluminale Angioplastie (PTA) Gefäßchirurgie</i>
Ödembehandlung	
Schmerzkontrolle	<i>Analgetika Angstreduktion</i>
Infektionsbehandlung	<i>Antibiotika, oral oder parenteral Kultur, Biopsie Röntgen, CT, Knochenszintigraphie, MRT</i>
Verbesserung der metabolischen Kontrolle	
Druckentlastung	<i>Therapeutisches Schuhwerk Fußbettung / Orthesen Kontaktgips / „Scotch cast boot“ Gehstützen Rollstuhl / Bettruhe</i>
Lokale Behandlung	<i>Wundreinigung Verbände Lokale Agentien Hauttransplantation</i>
Fußchirurgie	<i>Inzision / Drainage Korrigierende Chirurgie Amputation</i>
Allgemeinzustand	<i>Kardiovaskuläre Behandlung Behandlung der Retinopathie / Nephropathie Behandlung der Mangelernährung Aufgabe des Nikotinkonsums</i>
Rahmenbedingungen	<i>Patienten- / Mitarbeiterschulung Compliance Unterstützung / Nachuntersuchungen Multidisziplinärität</i>



Diabetische Fußinfektionen

- *Die Infektion eines diabetischen Fußes ist gliedmaßenbedrohend und muß empirisch sowie aggressiv behandelt werden.*
- *Zeichen und Symptome einer Infektion (Fieber, Leukozytose, CRP-Erhöhung) können häufig bei diabetischen Patienten mit infizierten Fußulzera fehlen.*
- *Eine oberflächliche Infektion wird normalerweise durch gram-positive Bakterien verursacht, während tiefe Infektionen häufiger polymikrobiell verlaufen, einschließlich Anaerobier und gram-negativer Bakterien.*
- *Bei akuten tiefen Fußinfektionen ist eine chirurgische Entfernung des infizierten Gewebes unabdingbar.*
- *Eine multidisziplinäre Vorgehensweise bei der Behandlung der Fußinfektion ist essentiell, die folgendes umfaßt: Wundreinigung, sorgfältige Wundversorgung, adäquate Gefäßversorgung, metabolische Kontrolle, empirische Antibiotikabehandlung und Druckentlastung.*

Die Infektion eines diabetischen Fußes ist ein gliedmaßenbedrohender Zustand und wurde als unmittelbare Ursache einer Amputation bei 25-50% der diabetischen Patienten angeschuldigt. In retrospektiven klinischen Studien bei diabetischen Patienten mit Fußinfektionen war das Resultat einer Fußinfektion in 24-60% der Fälle mit einer Minoramputation und in 10-40% der Fälle mit einer Majoramputation verbunden. Eine prospektive Studie über tiefe diabetische Fußinfektionen berichtete von einer 52%igen Amputationsrate. Ob diabetische Patienten infektionsgefährdeter sind, ist kontrovers. Allgemein akzeptiert ist jedoch, daß die Konsequenzen einer Infektion in einem diabetischen Fuß gravierender sind. Dies wird hauptsächlich auf die einzigartigen anatomischen Strukturen des Fußes zurückgeführt (Kompartimente, die ein leichtes Ausbreiten der Infektion nach proximal gestatten). Weiterhin wurden ein schwererer Verlauf der Fußinfektion aufgrund einer beeinträchtigten Entzündungs-

reaktion, metabolischer Anomalitäten und anderer Faktoren wie Neuropathie, Ödem und Gefäßerkrankung vorgeschlagen. Demzufolge ist es von großer Wichtigkeit an die Möglichkeit einer diabetischen Fußinfektion zu denken, obgleich es leider bis jetzt noch keinen Goldstandard in der Diagnose der (tiefen) diabetischen Fußinfektion gibt.

Die Zeichen einer Weichteilentzündung mit oder ohne bakteriologische Bestätigung deuten auf die Anwesenheit einer oberflächlichen Infektion hin. Infektionszeichen, verbunden mit dem Hinweis auf Beteiligung tieferer Gewebsstrukturen wie Knochen, Sehnen oder Muskeln, deuten auf die Anwesenheit einer tiefen Infektion hin. Eine oberflächliche mikrobiologische Kolonisierung von Fußulzera ist geradezu immer anzutreffen. Deshalb wird ein Abstrich zwecks mikrobiologischer Bestimmung häufig eine kolonisierende Flora nachweisen. Eine Kultur aus der Flüssigkeit einer Läsion, irgendeiner Art der Aspiration tiefen Gewebes oder Biopsieproben wird wahrscheinlich zuverlässigere Daten liefern.

Ulkus



Aufgrund einer autonomen Neuropathie rissige, trockene Haut mit einem oberflächlichen neuropathischem Ulkus zwischen der ersten und zweiten Zehe.



Oberflächliches Plantarulkus ohne Infektion.



Durch mechanische Belastung verursachtes oberflächliches Ulkus, ausgelöst durch Krallenzehe und Fußdeformität. Beachten Sie die Muskelatrophie.



Ulkus mit Weichteilentzündung und Exsudation.

Eine oberflächliche Infektion wird typischerweise durch aerobe gram-positive Kokken, insbesondere *Staphylococcus aureus* und/oder Streptokokken ausgelöst. Eine tiefe Infektion oder eine Infektion mit ischämischen oder nekrotischen Arealen ist normalerweise polymikrobiell, mit gram-positiven Kokken, definitiven Anaerobiern und gram-negativen Keimen. Es ist wahrscheinlich, daß Bakterienspezies, die normalerweise nicht pathogen sind (als Teil einer gemischten Flora), eine echte Infektion in einem diabetischen Fuß auslösen können.

Es sollte berücksichtigt werden, daß die meisten Studien, die Charakteristika, Ergebnisse und Mikrobiologie bei diabetischen Fußinfektionen untersuchen, Patienten beinhalten, die in Spezialzentren wegen Fußinfektionen oder sich verschlimmernden Ulzera behandelt wurden. Die häufigsten in diesen Studien beschriebenen Infektionsorte sind - vor allem im Falle tiefer Infektionen - die Plantarulzeration (d.h. Belastungssulkus, *Mal perforans*) oder eine interdigitale Ulzeration, die durch eine Mazeration verursacht wurde, welche sich via Weichteilentzündung in die plantare Oberfläche ausbreitete.

Eine erhebliche Patientenzahl mit tiefen Fußinfektionen zeigt nicht die auf eine tiefe Infektion hinweisenden schweren Zeichen und Symptome wie erhöhte Körpertemperatur, ausgeprägte Leukozytose, erhöhtes C-reaktives Protein oder hohe Blutsenkungsgeschwindigkeit. In den meisten Studien über gliedmaßenbedrohende Infektionen diabetischer Personen hatten lediglich 45-50% der Patienten eine Temperatur oberhalb 38.5°C. Wenn jedoch eine erhöhte Körpertemperatur oder pathologische Laborparameter vorliegen, zeigen diese normalerweise einen erheblichen Gewebeschaden und/oder die Anwesenheit eines Abszesses an. Andererseits schließt die Abwesenheit dieser

Zeichen nicht die Möglichkeit einer Infektion aus. Wichtige Faktoren, die bei einer tiefen Infektion eine Heilung vorhersagen, sind die Leukozytenzahl, ein freiliegender Knochen, die Möglichkeit den Knochen stumpf zu sondieren und eine adäquate Zirkulation.

Osteomyelitis

Eine Infektion eines Knochens wird gewöhnlich Osteomyelitis genannt. Bei einem Patienten mit einem Fußulkus befällt jedoch die Infektion initial den Knochenkortex (Osteitis). Im Gefolge wird die medulläre Höhle miteinbezogen, und diese Infektion des Knochens und Knochenmarks wird Osteomyelitis genannt. Die Diagnose einer Osteomyelitis bei einem diabetischen Patienten mit einer Fußinfektion ist schwierig. Die Hauptprobleme liegen in der Unterscheidung von Weichteilinfektion und Knocheninfektion sowie von infektiösen und nicht-infektiösen Erkrankungen (d.h. Neuro-Osteoarthropathie).

Eine Röntgenaufnahme des Knochens ist ein wesentlicher Bestandteil der Untersuchung eines infizierten Fußes. Ein normales Knochenröntgenbild kann jedoch nicht die Möglichkeit einer tiefen Infektion ausschließen, und in vielen Fällen kann die Röntgenaufnahme des Knochens nicht zwischen Osteomyelitis oder akuter Neuro-Osteoarthropathie unterscheiden. Einige Studien haben herausgefunden, daß etwa die Hälfte der diabetischen Patienten mit klinischen Befunden, die auf eine Osteomyelitis hinweisen, in Wirklichkeit eine Osteopathie haben.

Osteomyelitis



*75jähriger Mann mit tiefer
Fußinfektion und Osteomyelitis.*



Eine Wiederholung der Röntgenaufnahme nach 2-4 Wochen kann hilfreich sein. Weitere Untersuchungen wie die Knochenszintigraphie (In111 Leukozyten- oder ^{99m}Tc HMPAO-Szintigraphie), ein CT (Computertomogramm) oder ein MRT (Magnetresonanztomographie) können bei der Osteomyelitisdiagnose eines diabetischen Fußes von Nutzen sein. Das MRT ist für Knochenmarks- und Weichteilgewebeeinfektionen sensitiver als das CT, da der Gewebekontrast stärker ist. In neueren Studien bei Patienten mit dem klinischen Verdacht einer Osteomyelitis, bei Infektion des Weichteilgewebes des Fußes, war das MRT genauer als die einfache Knochenaufnahme und genauer als Knochen-, Gallium- oder Leukozytenszintigraphien.

Die definitive Methode zur Diagnose einer Osteomyelitis ist die Knochenbiopsie. Eine Knochenbiopsie kann jedoch eine Infektion bewirken, und Fälle von falsch negativen Biopsien wurden beschrieben. Deshalb gibt es keinen Goldstandard für die Diagnose einer Osteomyelitis, und die Beurteilung hängt immer noch von den klinischen Symptomen und Zeichen ab.

Die folgenden Kriterien können für die Diagnoseerstellung einer Osteomyelitis benutzt werden, die wahrscheinlich ist, wenn drei Kriterien zutreffen und ein Ulkus besteht:

- 1) Weichteilentzündung
- 2) Stumpfes Sondieren des Knochens möglich
- 3) Positive Bakterienkultur aus tiefem Gewebe
- 4) Mit einer Osteitis kompatible radiologische und/oder szintigraphische Zeichen
- 5) Histologische Diagnose.

Versorgung

Die allgemeine Behandlungsstrategie bei oberflächlichen Infektionen ist das Débridement des toten Gewebes und der umgebenden Schwiele. Wiederholtes Débridement, sorgfältige Wundversorgung und Druckentlastung des Ulkus sind wesentlich. Eine Optimierung der metabolischen Kontrolle und eine vaskuläre Intervention sind ebenfalls wichtig. Ob eine antibiotische Behandlung routinemäßig bei Ulzera ohne deutliche Weichteilentzündung oder systemische Zeichen bei zufriedenstellender lokaler Wundversorgung und insbesondere Druckentlastung indiziert ist, wird kontrovers gesehen. Falls bei einem oberflächlichen, infizierten Ulkus eine empirische antibiotische Therapie begonnen wird, kann diese normalerweise oral verabreicht werden und sollte gegenüber Staphylo- und Streptokokken wirksam sein. Antibiotika werden solange verschrieben, bis die klinischen Entzündungszeichen nicht mehr bestehen. Gegenwärtig gibt es keine Studien, die nachweisen, daß eine prophylaktische antimikrobielle Therapie entweder die Wundheilung verbessern oder Fußinfektionen vermeiden kann. Deshalb sind die Experten der Meinung, daß eine Antibiotikatherapie nur eingesetzt werden sollte, wenn es klinische oder labortechnische Hinweise auf eine bakterielle Infektion gibt.

Bei der Versorgung tiefer Fußinfektionen sind eine Hospitalisierung zwecks chirurgischer Intervention und Breitspektrum-Antibiotika wesentlich. Ein chirurgischer Eingriff ist häufig notwendig, besonders im Falle einer akuten tiefen Fußinfektion. Eine prospektive Studie konsekutiv behandelter Patienten mit einer tiefen Fußinfektion fand heraus, daß 86% einen chirurgischen Eingriff zur Heilung benötigten. Da es nur wenige gut durchgeführte, randomisierte Studien zur antibiotischen Behandlung von Fußinfektionen gibt, ist die Antibiose empirisch.

Für gliedmaßenbedrohende Infektionen sind normalerweise intravenöse Antibiotika notwendig, die sowohl gegen gram-positive und gram-negative Bakterien als auch gegen Anaerobier wirken. Beispiele einer intravenösen Behandlung beinhalten die folgenden Kombinationen: Ampicillin/Sulbactam, Ticarcillin/Clavulansäure, Amoxicillin/Clavulansäure, Clindamycin plus ein Chinolon, Clindamycin und ein Zweit- oder Drittgenerations-Cephalosporin oder Metronidazol plus ein Chinolon. Das wachsende Problem multiresistenter und oxacillinresistenter *Staphylococcus aureus* Stämme (ORSA) bedeutet die dringende Notwendigkeit neuer therapeutischer Optionen. Es gibt einen vielversprechenden Bericht über die Behandlung der oberflächlichen Fußinfektion bei diabetischen Personen mittels subkutaner, Granulozytenkolonien stimulierender Faktoren (G-CSF Behandlung).

Wenn die Ergebnisse der Kultur bekannt sind, kann die Behandlung spezifischer erfolgen. Falls ein gegen das ausgewählte Antibioseschema resistenter Mikroorganismus isoliert wird und es dem Patienten aber besser geht, wird ein Umsetzen der antibiotischen Behandlung nicht empfohlen. Eine intravenöse Antibiotikatherapie sollte bis zu einer deutlichen Verminderung der klinischen Zeichen der Entzündungsreaktion fortgesetzt werden. Konsekutiv kann eine orale Antibiose begonnen werden. Falls eine komplette Entfernung des infizierten Gewebes nicht möglich ist, empfehlen Experten eine kontinuierliche Fortführung dieser antibiotischen Therapie für weitere 3-6 Monate. Der anfängliche Einsatz einer oralen (im Gegensatz zu einer intravenösen) antibiotischen Therapie für eine tiefe Fußinfektion ist möglich, aber deren Effektivität muß noch bewiesen werden.

Die Versorgung der chronischen Fußosteomyelitis ist ein Bereich ausgesprochener Kontroversen. Unstrittig ist jedoch, daß im Falle einer akuten tiefen Fußinfektion alles nekrotische Gewebe inklusive Knochen entfernt werden muß. Zusätzlich kann eine intravenöse Antibiose erfolgen. Die Behandlung der chronischen Osteomyelitis ohne Weichteilgewebeeinfektion ist noch kontrovers, aber der nekrotische Knochen sollte entfernt werden. Einige Experten glauben, daß eine prolongierte orale Antibiose für eine Periode von bis zu 3-6 Monaten ihren Platz hat, während andere eine frühzeitige chirurgische Knochenresektion oder Amputation vorziehen.

Ogleich viele Kliniker sich zur Behandlung von Fußinfektionen auf eine geeignete Antibiotikaauswahl konzentrieren, sind zusätzliche Formen medizinischer Interventionen für eine erfolgreiche Versorgung entscheidend. Die chirurgische Intervention spielt eine große Rolle, und ein verzögertes chirurgisches Eingreifen wurde mit einer schlechten Prognose assoziiert. Wie zuvor beschrieben, sind eine adäquate Gefäßversorgung, eine Stoffwechselkontrolle, ein Débridement toten Gewebes und eine Ulkusdruckentlastung ebenfalls von großer Wichtigkeit.



Neuro-Osteoarthropathie

- *Ein Verdacht auf eine Neuro-Osteoarthropathie sollte bei jedem heißen, erythematösen und geschwollenen Fuß bestehen, und die Patienten sollten einem diabetischen Fußspezialistenteam zugewiesen werden.*
- *Eine Unterscheidung gegenüber der Infektion ist wichtig, um eine Fehldiagnose und mögliche Amputation zu vermeiden.*
- *Das Ziel der Behandlung mittels Voll-Kontaktgips (total contact cast) und Aktivitätseinschränkung ist die Prävention einer schweren Deformität.*

Die neuropathische Knochen- und Gelenkerkrankung, die manchmal als „Charcot-Fuß“ (Neuro-osteoarthropatische Fraktur) bezeichnet wird, ist einer der verheerendsten Fußkomplikationen beim Diabetes. Die Symptome beinhalten normalerweise einen heißen, erythematösen, geschwollenen Fuß, möglicherweise Schmerzen, gewöhnlich keine Hautläsionen und häufig keine radiologischen Veränderungen. Eine klare Unterscheidung zur Infektion ist wichtig, um eine Fehldiagnose und mögliche Amputation zu vermeiden. Oft tritt eine rapide Progression mit Knochenfragmentation und Destruktion der Gelenke ein, die auf dem Röntgenbild sichtbar ist und von übersäumenden periostalen Reaktionen begleitet werden. Ein Kollaps des medialen Fußlängsgewölbes ist häufig und führt zu der typischen „rocker bottom“ Deformität, unter der sich tendenziell große Ulzera bilden.

Während die Ätiologie dieses Prozesses unbekannt ist, bestehen normalerweise eine Neuropathie und gut tastbare Pulse. Ein vorangegangenes Trauma (wie z.B. eine Knöchelverstauchung oder versehentliches hartes Auftreten) wird häufig von den Patienten berichtet. Die Osteoarthropathie wird fast immer durch ein extrinsisches Trauma bei einem neuropathischen

Fuß verursacht. Eine Messung der Oberflächenhauttemperatur wird manchmal zum Überprüfen der Aktivität des Prozesses verwendet, der eventuell (nach 6-12 Monaten) zum Stillstand kommt, obgleich die Fußdeformität bestehen bleibt. Es besteht ein signifikantes Risiko für eine beidseitige Neuro-Osteoarthropathie, und man sollte bei Befall eines Fußes darauf achten. Die Einbeziehung des Sprunggelenkes bedeutet eine schlechtere Prognose.

Derzeit ist die Behandlung empirisch und umfaßt normalerweise einen Voll-Kontaktgips (total contact cast) sowie eine Aktivitätseinschränkung. Fall-Kontrollstudien weisen auf eine hilfreiche Behandlung mit Biphosphonaten hin, aber gute, kontrollierte Studien werden zur Verifikation benötigt. Die Dauer der Gewichtentlastung wird debatiert, aber die Experten schlagen vor, daß nach Normalisierung der Hauttemperatur der Patient mit einem Programm zum Erreichen der vollen Gewichtsbelastung beginnen kann. Der Verdachtsfall einer Neuro-Osteoarthropathie bedarf einer spezialisierten Betreuung und sollte immer in ein diabetisches Fußzentrum überwiesen werden. In jüngster Zeit richtet sich die vermehrte Aufmerksamkeit auf orthopädische Rekonstruktionen neuro-osteopathischer Füße, nachdem der Prozess abgeklungen ist.

Neuro-Osteoarthropathie



24jährige Frau mit Kalkaneusfraktur; Entwicklung einer Neuro-Osteoarthropathie (Charcot-Fuß).



Typischer Charcot-Fuß: nicht-infektiöse Destruktion des Knochens und Gelenkes bei Neuropathie.



Amputationen bei diabetischen Patienten

- *Sobald die Anzahl der durch arterielle Rekonstruktion und Fußrevisionen geretteten Gliedmaßen steigt, wächst auch die Zahl der Minoramputationen und damit die Zahl deformierter Füße, die spezielle Schuhe und Orthesen erfordern.*
- *Minoramputationen können zwecks Gangränentfernung indiziert sein, z.B. nach Revaskularisation wegen Ischämie, sowie als Teil eines Débridements bei Fußinfektionen oder für die Korrektur von Fußdeformitäten.*
- *Da Patienten, die sich einer Majoramputation unterziehen mußten, ein hohes Risiko für eine nachfolgende kontralaterale Amputation haben, ist ein Überwachungsprogramm für den verbleibenden Fuß entscheidend.*
- *Obgleich eine Heilung mehrere Monate erfordern kann, beeinträchtigen Minoramputationen die Gehfähigkeit nicht wesentlich, können aber zu einer fortschreitenden Deformität führen.*
- *Bei Erwägung einer Majoramputation sollte primär die Option einer Revaskularisation berücksichtigt werden.*
- *Bei Durchführung einer Amputation sollte die arterielle Perfusion an der Amputationsgrenze bestimmt werden. Die glykämische Kontrolle und der Ernährungsstatus sollten optimiert werden.*
- *Ein nicht-heilendes Ulkus ist keine Indikation für eine Majoramputation.*
- *Eine begrenzte Resektion mit offener Wundversorgung ist bei Fußinfektionen vorteilhaft und vermag gewichtstragende Areale zu erhalten.*

Minoramputationen

Die steigende Anzahl der durch arterielle Rekonstruktion mit Fußrevisionen geretteten Gliedmaßen wird von einem Anwachsen der Zahl der Minoramputationen und damit der Anzahl deformierter Füße, die spezielle Schuhe und Orthesen erfordern, begleitet.

Prospektive Studien des Heilungsverlaufes nach einer (Minor)Amputation sind spärlich, und zusätzliche Informatio-

nen sind notwendig. Es gibt nur wenige Studien über die Langzeitmortalität, Ko-Morbidität sowie über neu auftretende Fußläsionen und spätere erneute oder zweite Amputationen am gleichen oder kontralateralen Bein.

Eine präoperative Beurteilung des Gefäßstatus ist unentbehrlich (vgl. Kapitel über „Periphere arterielle Gefäßkrankung“), obgleich die Amputationshöhe hauptsächlich durch das Ausmaß des zerstörten Gewebes bestimmt wird.

Offene Amputationen sind häufig bei dem Débridement einer Infektion und Nekrose notwendig. Bei primärem Verschuß einer Amputation müssen die Gewebsbezirke infektionsfrei und gut perfundiert sein. Eine Schonung wichtiger gewichtstragender Areale durch eine begrenzte Resektion mit offener Wundversorgung ist oft möglich. Hauttransplantationen und eine rekonstruktive plastische Chirurgie mit freien Gewebstransplantaten kann wertvoll sein. Während der frühen postoperativen Phase spielen die antibiotische Therapie und die Vermeidung einer Gewichtsbelastung eine wichtige Rolle. Wie im Kapitel über die Ulkusbehandlung beschrieben, sind eine optimale Stoffwechsellkontrolle und die Behandlung einer Mangelernährung ebenfalls wichtig.

Eine Amputation einer Gangrän durch spontane Demarkation (Auto-Amputation) benötigt bei Personen mit Diabetes oft mehrere Monate und birgt das andauernde Risiko einer von der Demarkierungszone ausgehenden invasiven Infektion in sich. Nach Expertenmeinung wird die chirurgische Gangränresektion favorisiert, sobald ein Gelenk oder eine Sehne betroffen ist - vorausgesetzt, daß die arterielle Versorgung für die Heilung ausreicht, z.B. nach arterieller Rekonstruktion.

Nach Mobilisierung kann der Patient bis zur kompletten Heilung mit Hilfe eines therapeutischen Schuhs oder einer Orthese herumgehen. Obgleich eine Heilung mehrere Monate erfordern kann, beeinträchtigen Minoramputationen die Gehfähigkeit nicht wesentlich, können aber zu einer fortschreitenden Deformität mit dem gesteigerten Risiko einer Ulzeration und erneuten Amputation führen.

Wenn eine Amputation durchgeführt wurde, ist das Risiko weiterer Ulzerationen stark gesteigert. Eine lebenslange, enge Überwachung ist indiziert, wobei dem Schuhwerk, das in vielen Fällen modifiziert oder maßgefertigt sein muß, besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muß.

Majoramputationen

Majoramputationen sind mit einer hohen Mortalitätsrate und dem beträchtlichen Risiko eines Verlustes an Gehfähigkeit und Unabhängigkeit bei den Überlebenden verbunden. Die Langzeitergebnisse deuten weiterhin auf das große Risiko einer Majoramputation des zweiten Beines hin.

Es sollte betont werden, daß ein nicht-heilendes Ulkus keine Indikation für eine Majoramputation darstellt.

Eine Majoramputation ist zur Behandlung der progressiven ischämischen Nekrose oder eines schweren Ruheschmerzes indiziert, die aus irgendeinem Grund nicht durch eine Revaskularisation behandelt, mit Medikamenten kontrolliert oder durch eine Minoramputation behoben werden kann. Eine weitere (seltene) Indikation ist eine schwere progressive diabetische Fußinfektion (mit oder ohne Sepsis) in einem Bein ohne bedeutende arterielle Verschlusskrankheit, die nicht durch Débridement

und optimale konservative Behandlung (inklusive gegen die verursachenden Mikroorganismen wirksamen Antibiotika) kontrolliert werden kann. In Einzelfällen mögen schwere neuro-osteoarthropathische Deformitäten eine Majoramputation erfordern. Daher schließt die Abwesenheit einer kritischen Ischämie auf keinen Fall das Risiko einer Amputation aus. Amputationen aufgrund nicht-ischämischer Zustände sind jedoch oft das Ergebnis einer inadäquaten oder verzögerten Behandlung. Ein Hauptziel der Fußbetreuungsspezialisten ist deshalb, Amputationen wegen nicht-ischämischer Gründe zu verhüten, genauso wie Gefäßchirurgen bemüht sein sollten, Amputationen aufgrund von Ischämie zu verhindern.

Zur Erleichterung der Rehabilitation ist eine Knieerhaltung äußerst wichtig. Mehrere Methoden zur Identifikation derjenigen wenigen Fälle, die einer primären Amputation in transfemorale Höhe bedürfen, stehen zur Verfügung: u.a. Messungen des Hautperfusionsdruckes, Dopplerbestimmung des poplitealen systolischen Blutdruckes und Messungen des Hautblutflusses durch radioaktive Isotope oder Laser-Doppler.

Eine primäre transfemorale Amputation ist bei Patienten indiziert, bei denen große Wundkomplikationen nicht toleriert werden können. Eine transfemorale Amputation oder Exartikulation durch das Knie hindurch sollte ebenfalls bei denjenigen Patienten erwogen werden, die eine Kniegelenkskontraktur haben, bettlägerig oder andersweitig schwer behindert sind; solche Patienten haben es mit einem langen Stumpf besser, der Sitzen und Bewegungen im Bett erleichtert.

Die postoperative Mortalität bei transfemorale Amputationen (10-40%) ist deutlich höher als bei transtibialen Amputationen (5-20%), wahrscheinlich weil fragilere Patienten für eine primäre transfemorale Amputation ausgewählt werden.

Es wird angenommen, daß die Ergebnisse der Rehabilitation und der Prothesenanpassung zwischen nicht-diabetischen und diabetischen Personen vergleichbar sind, obgleich zu diesem Thema keine Studien publiziert wurden. In exzellenten Zentren konnten bis zu 80% der Amputierten erfolgreich mit einer Prothese versorgt werden, aber die meisten dieser Studien beruhen auf selektierten Patientengruppen, die für eine Rehabilitation ausreichend geeignet waren. Ein fortgeschrittenes Alter (> 80 Jahre), Alleineleben und das Bestehen anderer chronischer Erkrankungen reduzieren die Chancen für ein selbständiges Gehen nach einer Majoramputation.

Da Patienten nach erfolgter Majoramputation ein hohes Risiko für eine spätere kontralaterale Amputation haben, ist ein Überwachungsprogramm für den verbleibenden Fuß entscheidend. Es gibt lediglich einige wenige Studien, die sich mit der Heilungszeit und den Faktoren, die in Bezug zur Re-Amputation bei diabetischen Personen stehen, auseinandersetzen.



Wie sich Fußprobleme vermeiden lassen

- *Eine Fußuntersuchung sollte bei diabetischen Patienten wenigstens einmal pro Jahr und bei Hochrisikopatienten für eine Fußulzeration häufiger erfolgen.*
- *Die Identifikation von Risikopatienten für eine Ulzeration ist der wichtigste Aspekt der Amputationsprävention.*
- *Die Schulung, die ein integraler Bestandteil der Prävention ist, sollte einfach sein und wiederholt erfolgen.*
- *Die Schulung sollte sowohl auf die Patienten als auch die im Gesundheitswesen Arbeitenden ausgerichtet sein.*

Verschiedene Studien haben nachgewiesen, daß komplexe Fußversorgungsprogramme einschließlich Schulung, regelmäßiger Fußuntersuchungen und einer Risikokategorisierung das Auftreten von Fußläsionen bei bis zu 50% der Patienten reduzieren können. Es gibt fünf Eckpfeiler der Prävention:

- 1) Regelmäßige Inspektion und Untersuchung der Füße sowie des Schuhwerks,
- 2) Identifikation des Hochrisikopatienten,
- 3) Schulung des Patienten, der Familie und der im Gesundheitswesen Arbeitenden,
- 4) Geeignetes Schuhwerk,
- 5) Behandlung sonstiger krankhafter Veränderungen des Fußes.

1) Regelmäßige Inspektion

Nach Expertenrat sollten alle diabetischen Patienten im Hinblick auf potentielle Fußprobleme wenigstens einmal jährlich untersucht werden, während Patienten mit nachgewiesenem Risikofaktor öfters untersucht werden sollten. Für weitere Erörterungen wird der Leser auf den Abschnitt „Leitlinien für die Praxis“ verwiesen.

2) Identifikation des Hochrisikopatienten

Internationale und Beobachtungsstudien haben eine Reihe von Risikofaktoren erarbeitet, die mittels Anamnese und klinischer Untersuchung leicht entdeckt werden können.

Risikofaktoren, die aufgrund der Anamnese und klinischen Untersuchung festgestellt werden können:

- Frühere(s) Ulkus/Amputation
- Mangel an Sozialkontakten
- Mangelnde Schulung
- Herabgesetzte protektive Wahrnehmung (Monofilamente)
- Herabgesetztes Vibrationsempfinden
- Fehlende Achillessehnenreflexe
- Kallus
- Fußdeformitäten
- Ungeeignetes Schuhwerk
- Fehlende Fußpulse

Nach der klinischen Untersuchung sollte der Patient nach einem Risikoklassifikationssystem kategorisiert werden. Leider gibt es kein einheitliches Risikoklassifikationssystem, das zukünftige Ulzerationen vorhersagt. Die in den Entwicklungsprozeß des Konsensus über den Diabetischen Fuß einbezogenen Experten schlagen gegenwärtig die Übernahme des unten skizzierten Risikoklassifikationssystems vor.

Risikoklassifikationssystem

Kategorie	Risikoprofil	Untersuchungen
0	keine sensorische Neuropathie	1x jährlich
1	sensorische Neuropathie	1x alle 6 Monate
2	sensorische Neuropathie und Zeichen einer peripheren art. Verschußkrankheit und/oder Fußdeformitäten	1x alle 3 Monate
3	früheres Ulkus	1x alle 1-3 Monate

3) Schulung des Patienten, der Familie und der im Gesundheitswesen Arbeitenden

Es wurde relativ wenig Forschung zu den spezifischen Schulungseffekten auf die Ulkus- oder Amputationsinzidenz durchgeführt. Obgleich einige Studien nahelegen, daß eine Schulung zu einer Reduktion von Ulzera und Amputationen führt, war die Edukation in den meisten dieser Studien tatsächlich Bestandteil eines komplexen Fußversorgungsprogramms.

Wer geschult werden sollte

Es wird empfohlen, daß die Schulung als Teil eines komplexen Fußbetreuungsprogramms auf die Hochrisikogruppen ausgerichtet sein sollte, insbesondere bei knappen Ressourcen. Die Schulung muß sich sowohl an die Patienten als auch an die Behandler richten. Das Erkennen des Risikofußes und früher Läsionen ist die wichtigste Verantwortung der im Gesundheitswesen Arbeitenden. Leider wird trotz klarer Leitlinien und Empfehlungen die Fußuntersuchung oft vernachlässigt. Unvollständige Fußuntersuchungen werden bei bis zu 50% der sich einer Amputation unterziehenden Patienten berichtet. Weiterhin wurden in einer Studie 22 von 23 unterhalb des Knies Amputierte niemals über präventive Maßnahmen oder eine frühe Behandlung informiert.

Wie und durch wen geschult werden sollte

Schulungsziel ist, das Selbstversorgungsverhalten des Patienten zu ändern und die Compliance hinsichtlich Ratschlägen zur Fußpflege (z.B. Tragen verordneter Schuhe) zu verbessern. Desweiteren sollte der Patient potentielle Fußprobleme erkennen und dann demgemäß handeln (z.B. professionelle Hilfe aufsuchen). Die Schulung sollte einfach, relevant sowie konsistent sein und wiederholt erfolgen. Weiterhin sollten die Ärzte und

anderen Gesundheitsbetreuer periodisch geschult und in ihren Diabetesversorgungsfähigkeiten hinsichtlich einer Verbesserung der Betreuung von Hochrisikoindividuen gestärkt werden.

Gegenwärtig gibt es nur insuffiziente Daten darüber, welche Schulungstechniken benutzt werden sollten. Der Effekt einer einzelnen Schulungssitzung wurde in zwei Studien mit widersprüchlichen Ergebnissen untersucht. Schulungen über Fußversorgung im Vortragsstil verbessern zwar das Wissen, haben aber nur einen geringen Einfluß auf die tatsächliche Pflege des eigenen Fußes. Programme, die auf eine Steigerung der Motivation und der Fähigkeiten abzielen, und in denen die Schulungsmaßnahme zeitlich gestreckt über mehrere Sitzungen verläuft, erscheinen erfolversprechender. Diese Programme führen zu einem geeigneteren Verhalten in der Pflege des eigenen Fußes und - laut einer Studie - zu einer Reduktion in der Anzahl der eine Behandlung erfordernden Fußprobleme.

Optimalerweise ist die Schulung Teil eines komplexen Fußbetreuungsprogramms und wird sowohl ambulant als auch stationär im Team geleistet. Idealerweise sollte dieses Team sowohl die Primär- als auch die spezialisierte Krankenhausversorgung umfassen. Die Schulung sollte ein integraler Bestandteil jedes diabetesbezogenen Patientenkontaktes sein, insbesondere bei Hochrisikopatienten.

In vielen Ländern sollten die primären Gesundheitsbetreuer, das diabetologisch geschulte Assistenzpersonal und Fußpfleger Schulungsmaßnahmen durchführen. Die Schulungstechnik wird von den lokalen Gegebenheiten abhängen. Eine aktive Beteiligung beim Lernvorgang sollte betont werden, im Gegensatz

zum Stil der Wissensvermittlung per Frontalunterricht. Zwar gibt es verschiedene Edukationstechniken, aber wahrscheinlich beinhaltet das effektivste Herangehen eine Mischung aus audiovisuellen, lernenden und lesenden Methoden. Desweiteren kann eine Schulung sowohl bei individuellen Begegnungen als auch in Gruppensitzungen durchgeführt werden. Das geschriebene sollte durch das gesprochene Wort unterstützt werden. Schriftliches Material sollte als Hilfsmittel für die persönliche Instruktion benutzt werden.

Schulungsmaßnahmen sollten sich an spezifische Zielgruppen und bei knappen Ressourcen speziell an Hochrisikopatienten richten. Spezielle Herangehensweisen sind für ältere Patienten notwendig, die aufgrund eingeschränkter Sehfähigkeit und Mobilität vielleicht körperlich nicht in der Lage sind, täglich ihre Füße zu inspizieren. In diesem Fall muß sich um Hilfe von Familienmitgliedern oder Gesundheitsbetreuern bemüht werden. Sozio-ökonomische und kulturelle Hintergründe sollten ebenfalls berücksichtigt werden, wenn z.B. Schuhe empfohlen oder verschrieben werden. Es sollte betont werden, daß es entscheidend ist zu erheben, ob der Patient die Botschaft verstanden hat, motiviert zum Handeln ist und über ausreichende Selbstversorgungsfähigkeiten verfügt.

Zusammenfassend ist es sehr wahrscheinlich, daß eine in strukturierter und organisierter Art durchgeführte Schulung eine wertvolle Intervention in der Prävention diabetischer Fußprobleme darstellt. Im Abschnitt „Leitlinien für die Praxis“ werden die bei der Instruktion von Patienten und deren Familien zu behandelnden Gesichtspunkte beschrieben.

4) Geeignetes Schuhwerk

Die Schuhe schützen den diabetischen Fuß vor Verletzungen, extremen Temperaturen und Kontamination. Patienten ohne Verlust der schützenden Sensibilität können sich selbst Konfektionsschuhe auswählen. Bei Patienten mit Neuropathie und/oder Ischämie müssen zusätzliche Forderungen (speziell bei bestehenden Fußdeformitäten) hinsichtlich der Paßform erfüllt werden, wie in den Kapiteln „Biomechanik und Schuhwerk“ und „Leitlinien für die Praxis“ beschrieben.

5) Behandlung sonstiger krankhafter Veränderungen des Fußes

Es gibt keine belanglose Läsion des diabetischen Fußes. Offensichtlich können kleinere Läsionen zu einem Ulkus führen und eine Eintrittspforte für eine rasch aufsteigende Infektion bieten; sie sollten niemals unterschätzt werden. Patienten in der Hochrisikokategorie sollten regelmäßig von einem trainierten Fußbehandlungsspezialisten betreut werden. Insbesondere sollten Schwielen, pathologische Nagel- und Hautveränderungen behandelt werden. Wenn Personen nicht in der Lage sind, ihre eigenen Nägel auf sichere Art zu schneiden, sollte dies durch trainierte Fußpflegespezialisten erfolgen. Es ist entscheidend, daß Patienten unabhängig vom sozio-ökonomischen Status Zugang zu einer adäquaten präventiven Fußbehandlung haben. Nach Expertenmeinung ist es wichtig, die unten genannten Aspekte anzugehen.

Hyperkeratose (Clavus und Kallus)

Diese treten an Druck- und Reibungsstellen auf und sind häufig auf ungeeignetes Schuhwerk zurückzuführen. Bei Vernachlässigung oder falscher Behandlung kann sich eine Ulzera-

tion entwickeln. Die Methode der Wahl ist eine regelmäßige scharfe Abtragung mit einem Skalpell. Die Experten raten ernsthaft von dem Gebrauch keratolytischer Agentien und von Heilmitteln ab. Jede Schwielenbildung, die Zeichen einer Blutung, Verfärbung oder Blasenbildung zeigt, sollte als ein klinischer Notfall betrachtet werden. Schuhprobleme sollten angegangen werden.

Pilzinfektionen

Tinea pedis

Pilzinfektionen der Haut können eine Eintrittspforte für schwerere Infektionen darstellen. Tinea pedis tritt in Form zahlreicher, kleiner juckender Vesikel (der Juckreiz kann bei Neuropathie fehlen) auf, als mazerierte Hyperkeratose mit interdigitalen Fissuren oder als eine ein mokassinähnliches Verteilungsmuster bildende Hyperkeratose. Eine lokale Behandlung ist normalerweise erfolgreich.

Pilzinfektion der Nägel (Onychomykose)

Die Kaliumhydroxidtechnik kann zur Diagnostik von Pilzinfektionen der Nägel benutzt werden. Diese Infektionen sind einer lokalen Behandlung gegenüber therapieresistent, und es muß eventuell an systemische Antimykotika gedacht werden.

Fußpflege



Schwielenentfernung durch einen Fußpfleger.



Einfügen einer Orthese zwischen dem ersten und dritten Zeh zur Deformitätsverhinderung, nachdem der zweite Zeh amputiert wurde.



Sonstige krankhafte Veränderungen des Fußes



Onychogryphosis, ausgeprägte Mißbildung der Nägel.



Diabetische Blasen (Bullosum diabeticorum).



Pilzinfektion zwischen den Zehen.



Onychia, hypertrophische Nägel mit subungualer Hyperkeratose.

Verruca pedis

Diese müssen außer bei Schmerzhaftigkeit oder Ausbreitung nicht behandelt werden, da sie sich normalerweise innerhalb von etwa zwei Jahren zurückbilden und der Patient eine Immunität entwickelt haben wird. Es gibt verschiedene therapeutische Optionen (Kryotherapie mit flüssigem Stickstoff, lokale Applikation von Salicylsäure, chirurgische Entfernung, Druckentlastung). Der Gefäßstatus sollte immer vor Anwendung einer Kryotherapie oder Chirurgie überprüft werden, und ätzende freiverkäufliche Heilmittel werden am besten vermieden. Die resultierende Gewebeschädigung sollte als ein oberflächliches Ulkus mittels Druckentlastung behandelt werden.

Blasen

Die Ursache einer Blasenbildung sollte immer herausgefunden werden, um ein Wiederauftreten zu verhindern. Kleine Blasen können mit einem verdünnten Antiseptikum betupft und mit einem sterilen Verband geschützt oder drainiert werden. Große, gespannte Blasen sollten drainiert werden. Durch Einschneiden eines Kreuzes in das Blasendach kann der Inhalt entleert und der Grund der Läsion inspiziert werden. Die Blase kann anschließend entfernt und die Läsion durch einen sterilen Verband geschützt werden. Ischämische Ulzera, Druckgeschwüre und Fremdkörper stellen sich anfänglich häufig als eine Blase dar. Falls sehr große Blasen sich sekundär infizieren, können diese zu einem größeren Versorgungsproblem werden.

Nageldeformitäten

Einwachsende Zehennägel (Onychocryptosis)

Einwachsende Zehennägel sind normalerweise das Ergebnis einer inadäquaten Technik des Nägelschneidens, und ein an der Nagelecke hinterbliebener Nagelsplitter kann nachfolgend

in den Sulcus einwachsen. Ein zu tiefes Entfernen von Zellabfall im Nagelrandwall, ist eine weitere häufige Ursache. Das vorsichtige Entfernen des Nagelsplitters und der Schutz des Sulcus mit einer antiseptischen Nageltamponade kann bei der Beseitigung des Problems helfen, aber viele Fälle bedürfen einer Nagelchirurgie. Falls eine partielle Nagelentfernung notwendig ist, sind eine sorgfältige Beurteilung des Gefäßstatus, Infektionskontrolle und Nachbeobachtung wesentlich. Eine partielle oder totale Entfernung der Nagelbettmatrix verhindert erneutes Nagelwachstum.

Verdickung (Onychogryposis) und Mißbildung der Nägel (Onychauxis)

Jede Verdickung der Nagelplatte, mit und ohne Nageldeformität, muß regelmäßig mittels einer elektrischen Fräse oder eines Skalpells entfernt werden, weil ansonsten der Schuh auf die verdickte Nagelplatte drücken und ein subunguales Ulkus verursachen wird. Diese Verdickung ist häufig mit Pilzinfektionen verbunden. Vernachlässigte Nägel können möglicherweise schwere Verletzungen an den angrenzenden Zehen verursachen.



Organisation der Fußversorgung

- *Eine effektive Organisation bedarf Leitlinien und eines Systems für Schulung, Screening, Risikoreduktion, Behandlung und Überprüfungsmechanismen (Audit).*
- *Es existieren deutliche Beweise dafür, daß die Einrichtung eines multidisziplinären Fußversorgungsteams die Amputationsraten senken kann.*
- *Das Spezialisten-Fußversorgungsteam darf nicht nur Patienten behandeln sondern muß auch im Primärversorgungsbereich tätig werden.*
- *Machen Sie jeden Patienten zu einem respektierten Mitglied des Teams – ohne dessen Hilfe können Sie nicht erfolgreich sein.*

Örtliche Unterschiede hinsichtlich der Ressourcen und Mitarbeiter werden häufig die Betreuungsart bestimmen. Idealerweise sollte es Systeme geben, die folgendes gewährleisten:

- Schulung der Patienten, sowie der Betreuer und Mitarbeiter, die im Krankenhaus und in der Praxis tätig sind.
- Rechtzeitiges Aufspüren der Risikopatienten, was ein populationsbezogenes Register beinhalten sollte, um sicherzustellen, daß alle bekannten Patienten eine jährliche Fußuntersuchung durch jemanden erhalten, der gelernt hat, mittels einfacher klinischer Methoden, die eine Risikoquantifizierung erlauben, Risikofaktoren für eine Ulzeration und Amputation zu erkennen.
- Maßnahmen zur Risikoreduktion, inklusive Fußpflege, zweckmäßigem Schuhwerk sowie vaskuläre und orthopädische Interventionen.
- Prompte und effektive Behandlung aktiver Probleme, inklusive Ulzera, Infektion und Ischämie.
- Qualitätssicherung aller Aspekte der Betreuung, um sicherzustellen, daß die aktuelle Praxis dem Standard entspricht,

der durch lokale Implementation dieser Leitlinien vorgegeben wird.

- Eine globale Struktur, die eher darauf ausgerichtet ist, den Betreuungsbedürfnissen von chronisch kranken Patienten zu entsprechen, als nur dann zu reagieren, wenn akute Probleme auftreten.

Es gibt deutliche Beweise dafür, daß das Etablieren eines multidisziplinären Fußversorgungsteams eine Reduktion der Amputationsraten nach sich ziehen wird. Weiterhin existiert unbestätigte Evidenz, daß individuelle Betreuungselemente des gesamten Teams, z.B. Schulung oder ein verbesserter Fußpflegeservice, die Amputationsraten auch senken können. Deshalb sollte an ein schrittweises Vorgehen gedacht werden, das verschiedene Teamelemente eins nach dem anderen einführt, falls es nicht möglich ist, das gesamte Team von Anfang an einzusetzen.

In allen Ländern sollte das Fußversorgungssystem auf wenigstens drei Ebenen organisiert werden:

Ebenen der Fußversorgung

- | | |
|----------------|--|
| <i>Ebene 1</i> | Allgemeinarzt, diabetologisch geschultes Assistenzpersonal und Fußpfleger |
| <i>Ebene 2</i> | Diabetologe, Chirurg (Allgemein- und/oder Gefäßchirurg und/oder Orthopäde), diabetologisch geschultes Assistenzpersonal und Fußpfleger |
| <i>Ebene 3</i> | Spezialisiertes Fußzentrum |

Das Fußbetreuungsteam sollte idealerweise einen Diabetologen, einen Chirurgen, einen Fußpfleger, einen Orthopädie-Schuhmacher mit Expertise in der Bereitstellung diabetischen

Schuhwerks und eine Schulungskraft, die oft eine Diabeteschwester sein wird, beinhalten. Falls keiner der Erwähnten Fachkenntnisse in der Giptstechnik besitzt, wird ein Gipstechniker ebenfalls erforderlich sein. Eine enge Zusammenarbeit ist sowohl mit einem orthopädischen oder Fußchirurgen als auch mit einem Gefäßchirurgen erforderlich, idealerweise mit Zugang zu einer modernen Gefäßabteilung. In manchen Ländern können die Rollen des orthopädischen und Gefäßchirurgen in einem einzigen Chirurgen mit einem Spezialtraining in der diabetischen Fußkrankung zusammengefaßt werden. Nur in sehr großen Kliniken wird die chirurgische Expertise bei jedem Behandlungstermin benötigt werden. Es ist jedoch wesentlich, daß alle Berufe als Teil eines integrierten, multidisziplinären Teams fungieren, falls die Betreuung effektiv sein soll; z.B. sind die Kliniker eher mit der Qualität einer orthetischen Versorgung zufrieden, wenn sie die Patienten zusammen in Konsultation mit dem Orthetiker sehen, als bei getrennten Arbeitsbereichen. Unentbehrlich ist, daß der Patient ebenfalls als ein respektiertes Teammitglied betrachtet wird, da dessen Verständnis und Kooperation essentiell sind.

Das Team wird normalerweise von einem Diabetologen geleitet, der folgendes gewährleisten muß:

- Lokale Überweisungsleitlinien, so daß die in der Primärversorgung Tätigen wissen, welche Patienten wann und an wen zu überweisen sind.
- Lokale Schulungsleitlinien, so daß alle Gesundheitsbetreuer übereinstimmenden Rat erteilen.
- Lokale Versorgungsleitlinien oder Versorgungspläne, die eine sofortige Behandlung aktiver Läsionen gestatten.
- Lokale Leitlinien zur Fußversorgung im Krankenhaus, die Leitlinien zur Prävention von Fersenulzera bei immobilen

- Patienten beinhalten müssen; und zur Gewährleistung, daß vor Entlassung Arrangements getroffen werden, die
- eine Versorgung mit geeignetem Schuhwerk und eine zweckmäßige kontinuierliche Betreuung beinhalten.
 - Sowohl Prozeß- als auch Ergebnisanalyse auf einer bezirksweiten Basis.

Patienten ohne Risikofaktoren sollten wenigstens jährlich durch das primäre Betreuungsteam untersucht werden, und Risikopersonen sollten an ein diabetisches Fußversorgungsteam überwiesen werden, wobei die Überweisungsschwelle durch das Risikoprofil und die Verfügbarkeit lokaler Ressourcen bestimmt wird.



Versorgung des diabetischen Fußes: ein regionaler Überblick

Dieses Kapitel zielt auf Darstellung spezifischer lokaler Probleme und differenter kultureller Einstellungen ab, die die diabetische Fußversorgung in verschiedenen Teilen der Welt beeinflussen.

Überblicke der folgenden Länder werden vorgestellt:

- Indien
- Australien
- Brasilien
- Südafrika.

Die südindische Erfahrung

Der diabetische Fuß, Probleme und Perspektiven in tropischen Ländern:

Einführung

Mit dem diabetischen Fuß verbundene Probleme bestehen weltweit. Obgleich die grundlegende Pathophysiologie dieselbe ist, hängen jedoch regionale Variationen in Schwere, Progression und Morbidität von zahlreichen Faktoren ab, inklusive Ernährung und Umweltfaktoren, Lebensstil, Verfügbarkeit medizinischer Expertise, Medikamenten, anderer Einrichtungen und Finanzen.

Die hohe Prävalenz des Typ 2 Diabetes in Indien (5% in den Städten und 1-1,5% auf dem Land), dessen Bevölkerung im Jahre 2000 vermutlich eine Milliarde übersteigen und damit über 60 Millionen Füße einem Risiko aussetzen wird, ist eine folgenschwere Belastung für jeden Versuch, einen organisierten diabetischen Fußversorgungsservice für seine Menschen bereitzu-

stellen. Barfußgehen ist ausgesprochen normal, insbesondere in den südlichen Teilen des Landes, und setzt den diabetischen Fuß dem zusätzlichen Risiko eines mechanischen Traumas und einer thermischer Verletzung aufgrund der tropischen Hitze aus. Einige der häufigen, nicht-gliedmaßenbedrohenden Konditionen sind in der folgenden Tabelle angeführt.

Nicht-gliedmaßenbedrohende Zustände

- 1) *Trockene Fußsohlen/Fissuren oder Rhagaden*
- 2) *Stark verhornte Fußsohlen (berufsbedingt)*
- 3) *Clavus, Kallus & Bursae*
- 4) *Interdigitale Pilzinfektionen*
- 5) *Filarieninfektionen des Beines mit sich oberflächlich ausbreitender Lymphangitis/Weichteilentzündung*
- 6) *Insektenstiche und Stiche mit lokaler Weichteilentzündung*
- 7) *Myzetom (Aktinomykose, Madurafuß etc.)*

Alle diese sind - nach sofortiger Diagnose und geeigneter medizinischer Therapie in Kombination mit einer Kontrolle des Diabetes mellitus - einer Behandlung zugänglich.

Akute, anaerobische und fulminante Infektionen aufgrund von Barfußgehen, thermischer Verletzung, an insensitiven Füßen über Nacht knabbernden Nagetieren, und viele ähnliche Situationen stellen eine Bedrohung für kleinere oder größere verstümmelnde chirurgische Eingriffe mit nachfolgender Morbidität für das Individuum dar. Weiterhin bedeuten diese Produktivitäts- und Wirtschaftlichkeitsverluste sowohl für die betroffene Person als auch für die Gesellschaft.

Präventive Strategien für den diabetischen Fuß in Südindien

- Ziele:*
- 1) Anheben des allgemeinen Bildungsgrades,
 - 2) Verbesserung der medizinischen Schulung,
 - 3) Steigerung des Aufmerksamkeitsgrades und Erhöhung der Zuwendungen nationaler/ staatlicher/lokaler Gesundheitspolitiker.

1) *Anheben des allgemeinen Bildungsgrades*

- Reduzierung des Barfußgehens, um Traumata, thermische Fußverletzungen und Infektionen herabzusetzen; Verbesserung der Kenntnisse über geeignetes Schuhwerk,
- Aufsuchen hinreichenden medizinischen Rates durch qualifizierte Personen zur frühestmöglichen Gelegenheit, um nicht in die Hände von Quacksalbern zu fallen,
- Bereitstellung leicht verständlicher Information über den diabetischen Fuß – Ursachen, erste Hilfe, und wie man am besten gute medizinische Behandlung unter den bestehenden Bedingungen erlangt.

2) *Verbesserung der medizinischen Schulung*

- Organisation regelmäßiger, kontinuierlicher medizinischer Schulungsprogramme auf lokaler Ebene,
- Organisation periodischer internationaler Treffen in verschiedenen Entwicklungsländern, um eine gegenseitige Interaktion zu entwickeln,
- Regelmäßige Publikationen zum diabetischen Fuß, die allen Ländern der Welt zur Verfügung stehen.

3) *Steigerung des Aufmerksamkeitsgrades und Erhöhung der Zuwendungen nationaler/staatlicher/lokaler Gesundheitspolitiker*

- Bereitstellung eines benötigten Minimums auf primärer/sekundärer/tertiärer medizinischer Versorgungsebene für jedes primäre/staatliche/zonale Niveau,
- Vernetzung der verschiedenen Ebenen medizinischer Betreuung des diabetischen Fußes; Bereitstellung von Kommunikation, Transport und anderen Einrichtungen,
- Bereitstellung von Möglichkeiten wie prophylaktischem/ protektivem Schuhwerk, künstlichen Gliedmaßen, Rehabilitationsdienstleistungen etc.

Regionaler Überblick, die indische Erfahrung



Infektion zwischen dem dritten und vierten Zeh mit ascendierender Weichteilentzündung des rechten Fußrückens.



Filarien-Lymphangitis des rechten Beines bei einem diabetischen Patienten.



Diabetischer Fuß mit lokalem Gigantismus der linken ersten Zehe, mit endständiger Läsion und Infektion an der Basis.



Werk von Nagetieren während des Schlafes an den Füßen eines Diabetikers mit schwerer sensorischer Neuropathie.

Westpazifik – Australien

Die Prävalenz des Diabetes steigt in den Ländern des Westpazifik. Fußkomplikationen werden in manchen Ländern wie z.B. den Fidschi-Inseln als großes Problem angesehen, aber die Amputationsraten sind unbekannt. Die große Variation in den Amputationsraten, die aus anderen Länder und ethnischen Gruppen berichtet wird, betont die Notwendigkeit einer Verbesserung der Ergebnisse für Menschen mit Diabetes.

Die Länder des Westpazifik sind nicht nur hinsichtlich ihrer ethnischen Vielfalt sondern auch in ihren Gesundheitssystemen, ökonomischen Grundlagen und der Geographie unterschiedlich. Der Zugang zur Gesundheitsbetreuung ist in den Entwicklungsländern problematisch, wo die Medikamentenversorgung unzuverlässig sein kann. Andererseits ist selbst in wohlhabenden Ländern wie Australien der Zugang zur Gesundheitsbetreuung für manche Gruppen aufgrund kultureller Barrieren, finanzieller Belastungen und der geographischen Lage schwierig.

Kulturelle Gruppen mit einer hohen Diabetesprävalenz wie die Gemeinden der australischen Ureinwohner und der Inselbewohner der Torres-Meerenge sind außerdem mit vielen anderen Faktoren belastet, die sie einem Risiko für diabetische Fußkomplikationen und Amputationen aussetzen. Sie haben zu einem größeren Prozentsatz einen niedrigen sozio-ökonomischen Status sowie Ernährungsmängel, und sie weisen, aufgrund einer Geschichte von Vertreibung und Kolonisation, ein psychologisches Profil von Depression und Verweigerung auf. Die nachfolgende soziale Isolation verschlimmert ihr Risiko. Aus diesen Gründen müssen Versuche zur Verbesserung der Ergebnisse für diese Gruppen im Kontext mit einer Vorgehensweise zur

Gemeindeentwicklung erfolgen, die eine Teilnahme der Gemeinde auf allen Ebenen der Serviceentwicklung betont.

Eine solche Methode war in Nauru erfolgreich. Nach Einführung einer spezialisierten Fußversorgungsklinik, unterstützt durch ein nationales Programm zur Gesundheitsförderung, wurde über eine Reduktion von mehr als 50% in den Erstamputationen der unteren Extremitäten berichtet. Die Personalausstattung erfolgte durch zwei lokale Krankenschwestern, die ein Trainingsprogramm in einer australischen Fußklinik absolviert hatten. Die Nauru *Liebe-Deine-Füße*-Kampagne beinhaltete Poster, Flugblätter sowie Autoaufkleber und umriß fünf grundlegende Prinzipien der Fußversorgung: Fußhygiene und Inspektion; korrektes Nagelschneiden; Tragen von geeignetem Schuhwerk; regelmäßige Klinikbesuche für diejenigen mit Diabetes und frühes Vorstellen bei Fußversorgungsproblemen. Dies wurde in Kliniken, im Einzelhandel und in Schulen verteilt. Ein fünfminütiges Video wurde täglich über das nationale Fernsehen für 2 von jeweils 10 Wochen in insgesamt 6 Monaten gesendet. Verschiedene australische Diabeteszentren helfen anderen pazifischen Ländern in der Entwicklung von diabetischen Fußprogrammen. Obwohl bis heute über keine vergleichbaren Programme in Australien berichtet wurde, kann erwartet werden, daß ähnliche facettenreiche Gesundheitsförderungsprogramme in den Gemeinden der australischen Ureinwohner und Inselbewohner der Torres-Meerenge erfolgreich sind.

Die Organisation von Dienstleistungen für eine diabetische Fußversorgung muß die Limitierungen der bestehenden Diensteinrichtungen berücksichtigen und auf verschiedene Bedürfnisse kultureller sowie geographischer Art reagieren. Obwohl vorgeschlagen wurde, daß wenigstens zwei Drittel der Fälle durch

erfahrene Allgemeinärzte und die Hausbesuche durchführenden Krankenschwestern versorgt werden können - vorausgesetzt diese haben ein wenigstens ein- oder zweitägiges formales Training erfahren - wird eine Überweisung an einen Spezialisten und der Zugang zu Spezialleistungen erforderlich sein. Spezialleistungen sind jedoch in der klinischen Praxis nicht immer verfügbar, insbesondere in ländlichen und abgelegenen Gegenden. Ein innovativer Technologiegebrauch wird in Australien erprobt, um den in isolierten Gegenden arbeitenden Gesundheitsbetreuern praktische Unterstützung anzubieten.

In den Entwicklungsländern können nicht-spezialisierte Gesundheitsarbeiter in der Bereitstellung eines Fußservices trainiert werden. Die Rolle der Ureinwohner-Gesundheitsarbeiter ist für die Überbrückung der Lücke zwischen der primären Gesundheitsversorgung und den Dienstleistungen der sekundären oder tertiären Ebene bei der gemeinsamen Betreuung oder bei Nachuntersuchungsschemata wichtig.

Die Weltgesundheitsorganisation hat für die Entwicklungsländer als Hauptursache von Amputationen der unteren Gliedmaßen das Fehlen von geeignetem Schuhwerk und eine inadäquate Hygiene, kombiniert mit einem schlecht kontrollierten Diabetes, angeführt. Interventionen, die Amputationen verhindern wollen, sollten deshalb diese Aspekte angehen, unter Berücksichtigung der Tatsache, daß kulturelle und klimatische Bedingungen diktieren werden, was als geeignet erscheint. Gesundheitsbetreuer und Patienten sind sich im allgemeinen nicht des Wertes eines geeigneten Schuhwerks für die Morbiditätsprävention von Menschen mit Diabetes bewußt.

Die brasilianische Erfahrung

Die auf die Diabetesversorgung fallende Last, mit Diabetes als vierthäufigster Todesursache im Land, steigt in Brasilien dramatisch an. Es wird geschätzt, daß in Brasilien die diabetische Population 5 Millionen Menschen umfaßt, und es wird vermutet, daß diese bis zum Jahre 2001 auf 10 Millionen anwächst. Unter sozio-ökonomischen Problemaspekten wurden keine Unterschiede zwischen niedrigem oder hohem Einkommensstatus gefunden. Die brasilianische Bevölkerung ist sehr gemischt, und obgleich die ethnischen Gesichtspunkte nicht ausreichend evaluiert werden konnten, wurden keine signifikanten Differenzen zwischen Weißen und Nicht-Weißen gefunden. Einer der erschütterndsten Befunde ist, daß 24% der Patienten überhaupt keine Therapie einnehmen und nur 8% insulinisiert sind.

Das Gesundheitsministerium von Brasilien hat deshalb ein nationales Programm zur Schulung und Diabeteskontrolle gestartet, um Patienten zu screenen und zu behandeln. Dies bewirkte einen substantiellen Rückgang in der Anzahl akuter Krankenhausnotfälle. Dennoch sind die chronischen Diabeteskomplikationen (einschließlich Fußulzera und Amputationen) immer noch ein ernstes Problem.

Eine Umfrage unter 34 Hospitälern in den Staaten von Rio de Janeiro, die 2823 Amputierte von 1990 bis 1996 einschloß, erbrachte eine Inzidenzrate diabetesbezogener Amputationen der unteren Extremität von 180/100.000, entsprechend einem 100fach höheren Amputationsrisiko im Vergleich zu Patienten ohne Diabetes. Die Inzidenz einer erneuten Amputation bei diabetischen Patienten war gleichfalls größer, ebenso wie das Ausmaß der beidseitigen Chirurgie (34,5%). Die Gesamtkosten

Unterrichtsseite einer Patientenschulungsbroschüre als Teil des brasilianischen „Projektes zur Rettung des Diabetischen Fußes“.



A

TENÇÃO ESPECIAL







EVITE CORTAR CALOS COM QUILTE, CANTHETE, ALICATE OU USAR SERRA METÁLICA E REMÉDIO ANTI CALOS. NÃO USE ESPANHADO, ENPLASTRO OU BANDA-ÍDIO.





EVITE DEIXAR OS PÉS DE "SACIADO". A PELE ANIDREÇA FACILITA O SURTIAMENTO DE FERIDAS.





EVITE USAR BOLSAS DE ÁGUA QUENTE NAS PERNAS OU PÉS, CUPIDOZO COM AQUÍCIOS E FÓSSILAS. NÃO TOQUE NÓS SOBRE QUEIMADURAS.



PROCURE SEMPRE
A EQUIPE DE DIABETES
SE NOTAR MUDANÇAS NA
COR DA PELE, CALOS,
FERIDAS OU RACHADURAS
NOS PÉS.





EVITE CAMINHAR COM O TEMPO FRIO OU FICAR EM ÁGUA MUITO FRIA. A TEMPERATURA BAIXA TAMBÉM PREJUDICA A CIRCULAÇÃO.

machten 1996 mehr als 10 Millionen Dollar aus. Fußulzera bedingen 51% aller universitären Krankenhausbetten-Belegungen im Lande. 1991 wurde eine Fußklinik in Taguatinga errichtet, einem Bezirkshospital des *Fundação Hospitalar* in Brasília. Das Modell wurde von den britischen und amerikanischen Erfahrungen ausgehend an brasilianische Bedingungen angepasst und entwickelte sich zu einem Vorhaben, das unter dem Namen „Projekt zur Rettung des Diabetischen Fußes“ bekannt ist. Da es keine speziellen Fußpfleger im Lande gibt, mußten die Krankenschwestern geschult werden, um eine basale Fußversorgung zu gewährleisten.

Als ein Ergebnis des „Projektes zur Rettung des Diabetischen Fußes“ fiel die Majoramputationsrate um 90%. Die Vorgehensweise ist sehr einfach, da ausgeklügelte Verfahren nicht zur Verfügung stehen. Der entscheidende Punkt ist das obligatorische Ausziehen der Schuhe, die von dem professionellen Team sowohl im Krankenhaus als auch in den Gesundheitszentren in die Tat umgesetzt wurde. Die enthusiastische Einbeziehung von Fachleuten der tertiären und primären Versorgungsebene wurde durch jährliche Fußworkshops erreicht. Die lokale Regierung war von den Ergebnissen dieses edukativen Vorgehens beeindruckt und versorgte alle Gesundheitszentren mit denselben Stimmgabeln und Monofilamentsets, wie sie beim Lepraprogramm benutzt wurden.

Ein Flußdiagramm, das Zeichnungen und mit Einwilligung erstellte Patientenfotografien des Fußzentrums beinhaltet, wurde für Schulungszwecke mit den Zielgruppen Patienten, Allgemeinärzte und Krankenschwestern erstellt. Kürzlich wurde das Team des Heimgesundheitsprogramms im häuslichen Screening und in der häuslichen Betreuung von Patientenfüßen trainiert.

Ein ehrgeiziges, von der Brasilianischen Diabetes Gesellschaft (BDS) unterstütztes Projekt ist derzeit im Gange, um einen Konsens hinsichtlich der Befürwortung des Screenings von Patienten mit Hochrisikofüßen innerhalb aller endokrinologischer Einrichtungen und Allgemeinärzte im Lande zu entwickeln.

Fußworkshops wurden eingerichtet, die ausgesprochen erfolgreich verliefen, wobei 21 von 25 brasilianischen Staaten Fachleute zur Schulung nach Brasilia schickten. Als ein Ergebnis wurden sechs Fußkliniken im Lande errichtet und andere befinden sich vor der Einführung.

Die mit dem Schuhwerk verbundenen Probleme sind immer noch erheblich, da Schuhe teuer sind und weder von den öffentlichen noch von den privaten Gesundheitssystemen zur Verfügung gestellt werden. Die Kosten adäquaterer und spezieller Schuhe sind für die Bevölkerung mit niedrigem ökonomischem Status viel zu hoch. Da viele Menschen noch Barfußlaufen oder Tropensandalen speziell in der Amazonasregion und im Nordosten aufgrund der Hitze tragen, ist das Ulkusrisiko beträchtlich. Eine mögliche Verbindung mit dem Lepraprogramm ist geplant, um diejenigen mit Deformitäten mit speziellen Schuhen und angepassten Fußbettungen zu versorgen.

Es ist offensichtlich, daß große Anstrengungen erfolgten, um Fußproblemen in Brasilien vorzubeugen. Aufgrund des Ressourcenmangels, der heterogenen geographischen und sozio-ökonomischen Aspekte und der klimatischen Unterschiede, wurden einfache Techniken vorgeschlagen, die überall im Lande benutzt werden können. Die Erfolge des „Projektes zur Rettung des Diabetischen Fußes“ in Brasilia, Distrito Federal, haben be-

wiesen, daß es möglich ist, die Fußulcera- und Amputationsraten in Brasilien im nächsten Jahrhundert weiter zu senken.

Ein südafrikanischer Überblick

Die Gesundheitsvision der Regierung im neuen Südafrika ist die einer zugänglichen und erschwinglichen Gesundheitsversorgung für alle, mit der Hauptbetonung auf das primäre Gesundheitswesen. Im Bereich der chronischen Krankheiten wurde Diabetes als eine Erkrankung nationaler Bedeutung erkannt, und Leitlinien zur Versorgung des Typ 2 Diabetes auf der Ebene der primären Gesundheitsversorgung wurden publiziert.

Es gibt nur wenige Daten über die Diabetesprävalenz in Afrika, aber die verfügbaren deuten auf beträchtliche Variationen in verschiedenen Gruppen innerhalb und zwischen den Ländern hin. In Südafrika ist die Prävalenz hoch. Schätzungen der tatsächlichen Anzahl von Personen mit Diabetes variieren, aber Studien deuten darauf hin, daß die Prävalenz unter Erwachsenen in Südafrika 4% für Weiße, 5-8% für Schwarze und 13% für Inder beträgt. Insgesamt wurde vermutet, daß es wenigstens 1 Million bekannter diabetischer Patienten gibt und möglicherweise die gleiche Anzahl bisher nicht-diagnostizierter Fälle. Die Zahlen für farbige (gemischte Rassen) Menschen sind unklar, aber eine jüngere Studie berichtete von einer 28,7%igen Prävalenz innerhalb einer älteren farbigen Population.

Die Bevölkerung von Südafrika wird derzeit auf nahezu 40 Millionen geschätzt, bestehend aus 75% Afrikanern, 13% Weißen, 9% Farbigen und 3% Indern. 1997 gab es 183 registrierte Fußärzte (podiatrists), was ein Verhältnis von 1:218.000 Menschen ergibt. Fußversorgungsdienstleistungen sind im öf-

fentlichen Sektor ausgesprochen rar, wobei lediglich 4 akademische Abteilungen eine spezialisierte Fußversorgung für ihre Patienten anbieten. Es gibt nur wenige Daten über Fußprobleme, Komplikationen und Amputationen. Der Großteil der Fußbetreuung für Menschen mit Diabetes wird im privaten Sektor gewährleistet, in dem es ein System medizinischer Hilfsschemata (Krankenversicherung) gibt. Kürzlich erfolgte die Bildung einer Art organisierter Gesundheitsversorgung, wo einige medizinische Hilfsprojekte eine Kontraktvereinbarung mit einem nationalen Netzwerk von Gesundheitsfachleuten eingingen, um garantierte minimale Betreuungsmöglichkeiten anzubieten und den Patienten einen Zugang zum Diabetesteam zu ermöglichen. Mittels regelmäßigen Screenings und durch Interventionen wird dies möglicherweise Komplikationen reduzieren und die Fußgesundheit verbessern.

Traditionelle Kultur- und Glaubenseinstellungen spielen noch eine wichtige Rolle in dem Gesundheitsverhalten afrikanischer Patienten. Viele Menschen glauben, daß sie verhext sind, wenn sie Diabetes haben. Wenn ein Patient einen traditionellen Heiler zur Linderung von Fußknöchelschwellungen aufsucht, besteht die Behandlung in der Benutzung einer Rasierklinge, um eine Reihe schmaler Schnitte um den Knöchel herum zu setzen, damit die Flüssigkeit ausläuft. Die Verwendung von Hühneraugenpflastern und Tinkturen ist häufig, und manche Patienten greifen zu sauberer Bremsflüssigkeit, um blutende Fußwunden zu behandeln. Nichtsdestoweniger ist es für Gesundheitsfachleute wichtig, diese Vorstellungen und Praktiken zu kennen.

Auf der Grundlage publizierter Studien scheint es kein Muster an Fußproblemen zu geben, das für schwarze südafrikani-

sche Menschen mit Diabetes eigentümlich ist. Es wird jedoch viel mehr Forschung über Fußprobleme aller diabetischen Südafrikaner benötigt, um zuverlässige Daten darüber sammeln zu können und die Kosten zu identifizieren, die für eine Versorgung dieser Fußprobleme und der damit verbundenen Komplikationen erforderlich sind.

Die Kosten sind hoch und die Einkommen sind gering. In Südafrika gibt es kein System der Verschreibung und Subventionierung speziellen Schuhwerks, und es ist schwierig, die Krankenversicherer zu überzeugen, die Kosten für spezielle Schuhe zu übernehmen. Harte ökonomische Faktoren führen häufig dazu, daß Patienten absolut untaugliches Schuhwerk tragen, wie z.B. alte Hausschuhe und Schuhe aus zweiter Hand. Nur in Ausnahmefällen kann eine Patient die Art von Schuhwerk erhalten, das in den entwickelteren Ländern verfügbar ist.

Die Behandlung von Komplikationen ist auf dem Stand des Restes der Welt, und wir haben zu den meisten der gegenwärtigen Verbandsmaterialien und Techniken Zugang. Wichtiger jedoch ist die Notwendigkeit, Strategien für eine Fußgesundheits-schulung zu entwickeln, um die mit der diabetischen Fußkrankung assoziierten Komplikationen zu verhindern. Es gibt trainierte diabetische Schulungsschwestern in allen Sektoren des Gesundheitssystems, und die pharmazeutische Industrie sorgt für vieles in Form von Schulungsmaterial.

Die Zukunft einer guten Fußgesundheitsversorgung in Südafrika hängt wahrscheinlich von der Entwicklung des öffentlichen und privaten Sektors ab und ob diese zusammenarbeiten können. Der öffentliche Sektor benötigt tausende trainierter

Personen im Gesundheitswesen, um Schulungen und Screening in den primären Gesundheitskliniken durchzuführen. Der ernste Mangel an Fußärzten (podiatrists) verhindert derzeit, daß die Menschen eine qualifizierte Behandlung erhalten. Der private Sektor ist sich über die Notwendigkeit einer Kosteneinsparung sowie der Bereitstellung einer kosteneffektiven Versorgung im klaren und beginnt für eine präventive Betreuung zu zahlen.



Implementierung der Leitlinien

- *Eine effektive Implementation benötigt eine Strategie.*
- *Nützliche Strategien beinhalten lokale Meinungsbildner, Besuche der primären Versorgungsebene, Versorgungspläne oder strukturierte Aufforderungen in medizinischen Aufzeichnungen sowie regelmäßige Überprüfungen (Audit).*
- *Eine effektive Überprüfung verlangt eine sofortige und spezifische Rückmeldung.*
- *Wenn Leitlinien erfolgreich sein sollen, müssen sie adaptiert werden, um sich an die lokalen Gegebenheiten anzupassen.*

Leitlinien sind eher effektiv, wenn sie lokale Umstände berücksichtigen, durch eine aktive Schulungsintervention verbreitet sowie durch patientenspezifische Erinnerungen, die sich direkt auf die professionelle Aktivität beziehen, implementiert werden.

Starke Variationen hinsichtlich der Gesundheitsversorgungsressourcen zwischen den Ländern und bezüglich der Infrastruktur der Gesundheitsdienste bedeuten, daß eine Adaptation dieser Leitlinien an die lokalen Gegebenheiten unentbehrlich ist. Wenn sie erfolgreich sein sollen, müssen sie parallel zu Strategien für Schulungsprogramme und Implementation eingeführt werden.

Wir empfehlen den Gebrauch von:

- **Meinungsbildnern und „Champions“**, sowohl auf nationaler wie auch lokaler Ebene. Auf nationalem Niveau könnten die Leitlinien durch die nationale Diabetesvereinigung gefördert werden, falls eine existiert; falls nicht, können die Leitlinien durch einen oder mehrere Kliniker nationaler Reputation „lanciert“ werden. Auf Bezirksniveau könnte(n)

der/die örtliche(n) Diabetologe(n) Verantwortung für die Überwachung der Leitlinienimplementation übernehmen. Es ist jedoch wichtig, daß die Implementierung multidisziplinär verläuft, da sie häufig Veränderungen in der Praxis und in den Ansichten erfordert, die mehr als eine Fachrichtung betreffen.

- **Umstrukturierung der medizinischen Aufzeichnungen**, um entweder detaillierte Versorgungspläne oder wenigstens spezifische Aufforderungen betreff Aktionen zu erstellen, die während einer Konsultation erforderlich sind. In Situationen, in denen keine medizinischen Aufzeichnungen erfolgen, sollte die jährliche Untersuchung mittels einer schriftlichen Checkliste von zu erfüllenden Aufgaben und zu ergreifenden Aktionen durchgeführt werden.
- **Besuche der primären Versorgungsebene.** Leitlinien werden eher erfolgreich implementiert, wenn sie beim Anwender an dessen Arbeitsplatz durch ein multidisziplinäres Team eingeführt werden, das sowohl die logischen Grundlagen der Leitlinien als auch die Alltagsanwendung erklären kann.
- **Peer review und klinische Qualitätssicherung** sind essentiell, um die Compliance mit der Effektivität, dem Prozeß und dem Ergebnis der Versorgung zu überwachen. Falls irgendein Aspekt der Leitlinien sich in der lokalen Praxis als undurchführbar erweist, so kann dies durch eine Überprüfung entdeckt werden, und angemessene Modifikationen können sich anschließen. Ein regelmäßiger *peer review* dient ebenfalls der Verstärkung der anfänglichen Implementierung, obgleich die Rückmeldung an den Anwender schnell erfolgen muß, soll sie dessen Praxis beeinflussen.

Leitlinien, die zwecks Implementierung nur einfach an den Anwender ohne formale Strategie und ohne regelmäßige Überprüfung verteilt werden, sind vermutlich nicht effektiv.



Referenzen des Internationalen Konsensus über den Diabetischen Fuß

Korrespondierende Kapitelnummern

Seite

1	Der Diabetische Fuß, eine Herausforderung für Experten und Gesundheitspolitiker	16
2	Definitionen und Kriterien	21
3	Epidemiologie des diabetischen Fußes	26
4	Soziale und ökonomische Faktoren	30
5	Pathophysiologie der Fußulzeration	36
6	Diabetische Neuropathie	40
7	Periphere arterielle Verschlusskrankheit und Diabetes	44
8	Biomechanik und Schuhwerk	58
9	Das diabetische Fußulkus: Ergebnisse und Versorgung	67
10	Diabetische Fußinfektionen	78
11	Neuro-Osteoarthropathie	88
12	Amputationen bei diabetischen Patienten	91
13	Wie sich Fußprobleme verhindern lassen	96
14	Organisation der Fußversorgung	107
15	Versorgung des diabetischen Fußes: ein regionaler Überblick	111
16	Implementierung der Leitlinien	126

Kapitel

15	African National Congress. A National Health Plan for South Africa. Johannesburg 1994.
7	Assessment of Peripheral Vascular Disease in Diabetes. Report of an international workshop. Circulation 1993;88:819-828.
5	Abbott CA, Vileikyte L, Williamson S et al. Multicenter study of the incidence of and predictive risk factors for diabetic neuropathic foot ulceration. Diabetes Care 1998;7:1071-1075.
7	Abbott RD, Wilson PW, Kannel WB, Castelli WP. High density lipoprotein cholesterol, total cholesterol screening and myocardial infarction. The Framingham Study. Arteriosclerosis 1988;8:207-211.
12	Albrechtsen SB, Henriksen BM, Holstein P. Minor amputations after revascularization for gangrene. Acta Orthop Scand 1997;68(3):291-293.
3,5,6	Apelqvist J, Larsson J, Agardh C-D, Stenström A. The influence of external precipitating factors and peripheral neuropathy on the development and outcome of diabetic foot ulcers. J Diabetes Complic 1990;4:21-25.
1,4	Apelqvist J, Ragnarsson-Tennvall G, Persson U, Larsson J. Diabetic foot ulcers in a multidisciplinary setting - an economic analysis of primary healing and healing with amputation. J Int Med 1994;235:463-471.
1,4	Apelqvist J, Larsson J, Ragnarsson-Tennvall G, Persson U. Long term costs in diabetic patients with foot ulcers. Foot and Ankle. 1995;16:388-394.
3,9,10	Apelqvist J. Wound healing in diabetes: outcome and costs. Clin Podiatr Med Surg 1998;15:21-40
2,9	Apelqvist J, Agardh C-D. The association between clinical factors and outcome of diabetic foot ulcers. Diabetes Res Clin Pract 1992;18:43-53.
2,9	Apelqvist J, Larsson J, Agardh C-D. The importance of peripheral pulses, peripheral oedema and local pain in the outcome of diabetic foot ulcers. Diabetic Med 1990;7: 590-594.
2,9	Apelqvist J, Larsson J, Agardh C-D. Medical risk factors in diabetic patients with foot ulcers and severe peripheral vascular disease and their influence on outcome. J Diabetes Compl 1992;6:167-174.
4,9,12,13	Apelqvist J, Larsson J, Agardh C-D. Long-term prognosis for diabetic patients with foot ulcers. J Int Med 1993;233:485-491.

- 7,9 Apelqvist J, Castenfors J, Larsson J, Stenström A, Agardh C-D. Prognostic value of systolic ankle and toe blood pressure levels in outcome of diabetic foot ulcer. *Diabetes Care* 1989;12:373-378.
- 5,6,8 Arkkila PET, Kantola IM, Viikari JSA. Limited joint mobility in non-insulin dependent diabetic (NIDDM) patients: correlation to control of diabetes, atherosclerotic vascular disease, and other diabetic complications. *J Diabetes Compl* 1997;11(4):208-217.
- 5,6 Armstrong DG, Lavery LA, Harkless LB. Who is at risk for diabetic foot ulceration? *Clin Podiatr Med Surg* 1998;1:11-19.
- 9,10 Armstrong DG, Lavery LA, Harkless LB. Validation of a diabetic wound classification system. The contribution of depth infection and ischemia to risk of amputation. *Diabetes Care* 1998;5:855-859.
- 11 Armstrong DG, Todd WF, Lavery LA, Harkless LB, Bushman TR. The natural history of acute Charcot's arthropathy in a diabetic foot speciality clinic. *Diabetic Med* 1997;14:357-363.
- 7 Austin MA. Plasma triglyceride as a risk factor for coronary heart disease: the epidemiologic evidence and beyond. *Am J Epidemiol* 1989;129:249-259.
- 12,14 Bakker K, Dooren J. Een gespecialiseerde voetenpolikliniek voor diabetespatiënten vermindert het aantal amputaties en is kostenbesparend. *Ned Tijdschr Geneesk* 1994; 138:565-569 (English abstract).
- 7,10 Ballard JL, Eke CC, Bunt TJ, Killeen JD. A prospective evaluation of transcutaneous oxygen measurements in the management of diabetic foot problems. *J Vasc Surg* 1995;22(4):485-490.
- 9,10,11 Balsells M, Viace J, Millan M et al. Prevalence of osteomyelitis in non-healing foot ulcers: Usefulness of radiologic and scintigraphic findings. *Diabetes Res Clin Pract* 1997;2:123-127.
- 5,9,13 Barnett SJ, Shield JPH, Potter MJ, Baum JD. Foot pathology in insulin dependent diabetes. *Arch Dis Child* 1995;73:151-153.
- 5,13 Birke JA, Rolfsen RJ. Evaluation of a self-administered sensory testing tool to identify patients at risk of diabetes-related foot problems. *Diabetes Care* 1998;21(1):23-25.
- 3 Borssen B, Bergenheim T, Lithner F. The epidemiology of foot lesions in diabetic patients aged 15-50 years. *Diabet Med* 1990;7:438-444.
- 5,6 Boulton AJM. The pathogenesis of diabetic foot problems: an overview. *Diabetic Med* 1996; 13(suppl 1):S12-S16.
- 6 Boulton AJM, Gries FA, Iervell JA. Guidelines for the diagnosis and outpatient management of diabetic peripheral neuropathy. *Diabetic Med* 1998;15:508-514.
- 8 Boulton AJM, Veves A, Young MJ. Etiopathogenesis and management of abnormal foot pressures. In: Levin ME, O'Neal LW, Bowker JH, Eds. *The Diabetic Foot*. 5th ed. St. Louis: Mosby Year Book; 1993:233-246.
- 7 Boyko EJ, Ahroni JH, Davignon D, Stensel V, Prigeen RL, Smith DG. Diagnostic utility of the history and physical examination for peripheral vascular disease among patients with diabetes mellitus. *J Clin Epidemiol* 1997;50(6):659-668.
- 9 Boyko EJ, Ahroni JH, Smith DG, Davignon D. Increased mortality associated with diabetic foot ulcer. *Diabetic Med* 1996;13:967-972.
- 11 Bradshaw TW. Aetiopathogenesis of the Charcot foot: an overview. *Pract Diabetes Int* 1998;15(1).
- 8 Breuer U. Diabetic patients compliance with bespoke footwear after healing of neuropathic foot ulcers. *Diabetes Metabol* 1994;20:415-419.
- 5,10 Bridges RM Jr., Deitch EA. Diabetic foot infections. Pathophysiology and treatment. *Surg Clin N Am* 1994;74(3):537-585.
- 4 Brod M. Quality of life issues in patients with diabetes and lower extremity ulcers: patients and care givers. *Qual Life Res* 1998; 4:365-372.
- 2,7 Second European Consensus Document on Chronic Critical Ischaemia. *Eur J Vasc Surg* 1992;6 (suppl A).
- 10 Cabalero E, Frykberg RG. Diabetic foot infections. *J Foot Ankle Surg* 1998; 3:248-255.
- 8 Caputo CM, Cavanagh PR, Ulbrecht JS, Gibbons GW, Karchmer AW. Assessment and management of foot disease in patients with diabetes. *New Engl J Med* 1994;31(13):854-860.
- 5,8,9 Cavanagh PR, Ulbrecht JS, Caputo GM. The non-healing diabetic wound: fact or fiction? *Osteotomy Wound Manage* 1998;44(suppl 3a):6-13.
- 8 Cavanagh PR, Ulbrecht JS, Caputo CM. Biomechanical aspects of diabetic foot disease: aetiology, treatment and prevention. *Diabetic Med* 1996;13(Suppl 1):S17-S22.
- 8 Cavanagh PR, Simoneau GG, Ulbrecht JS. Ulceration, unsteadiness and uncertainty: The biomechanical consequences of diabetes mellitus. *J Biomechanics* 1993;26(Suppl):23-40.
- 8 Chantrelau E, Breuer U, Leisch AC et al. Outpatient treatment of unilateral diabetic foot ulcers with half shoes. *Diabetic Med* 1993;10:267-270.
- 8 Chantrelau E, Haaga P. An audit of cushioned diabetic footwear: Relation to patient compliance. *Diabetic Med* 1994;11:114-116.
- 10 Chantrelau E, Tanudjaja T, Altenhöfer F, Ersanli Z, Lacigova S, Metzger C. Antibiotic treatment for uncomplicated neuropathic forefoot ulcer in diabetes: a controlled trial. *Diabetic Med* 1996;13:156-159.
- 15 Clarke EAM. The prevalence of foot problems in black South Africans with diabetes: a pilot study. BSc(Hons) Report, University of Brighton 1998.
- 15 Type II Diabetes Mellitus Clinical Guidelines at Primary Health Care Level. *S Afr Med J* 1997;87:493-512.
- 15 Cochkam C. In: The economics of Diabetes Care, a report of a Diabetes Health Economics Study Group, Gruber et al (Eds), IDF and WHO, 1997.

- 8 Coleman WC. Footwear in a management program for injury prevention. In: Levin ME, O'Neal LW, Bowker JH (Eds). *The Diabetic Foot*. 5th ed. St. Louis: Mosby Year Book; 1993:531-547.
- 14 Connor H. Factors determining prescribers' satisfaction with orthotic services. *Pract Diabetes Int* 1997;14:103-104.
- 14 Connor H. Prevention of diabetic foot problems: identification and the team approach. In: Boulton AJM, Connor H and Cavanagh PR (Eds), *The Foot in Diabetes*, 2nd ed. Wiley, Chichester, 1994:57-67.
- 16 Cowan JA, Heckerling PS, Parker TB. Effect of a fact sheet reminder on the performance of periodic health examination. A randomized controlled trial. *Am J Prev Med* 1992;8:10,4-109.
- 9,13 Crane M, Branch P. The healed diabetic foot: what next? *Clin Podiatr Med Surg* 1998;15:155-174.
- 10 Criado E, De Stefano AA, Keagy BA, Upchurch GR Jr, Johnson G Jr. The course of severe foot infection in patients with diabetes. *Surg Gynecol & Obstet* 1992;175:135-140.
- 7,9 da Silva AF, Desgranges P, Holdsworth J, et al. The management and outcome of critical limb ischemia in diabetic patients: results of a national survey. *Diabetic Med* 1996;13:726-728.
- 9 Day MR, Fish SE, Day RD. The use and abuse of wound care materials in the treatment of diabetic ulcerations. *Clin Podiatr Med Surg* 1998;15:139-150.
- 9 DCCT Research Group. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications of insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* 1993; 329: 977-986.
- 13 De Heus-van Putten MA, Schaper NC, Bakker K. The clinical examination of the diabetic foot in daily practice. *Diabet Med* 1996;13(suppl):S55-S57.
- 5 Delbridge L, Ctercteko G, Fowler C, Reeve TS, LeSquesne LP. The aetiology of diabetic neuropathic ulceration of the foot. *Br J Surg* 1985;72:1-6.
- 3,9 De Sonnaville JJJ, Colly LP, Wijkkel D, Heine RJ. The prevalence and determinants of foot ulceration in type 2 diabetic patients in a primary health care setting. *Diabetes Research and Clin Pract* 1997;35:149-156.
- 14 Ebskov LB. Epidemiology of lower limb amputation in diabetics in Denmark. *Int Orthop* 1991;115:285-288.
- 12 Ebskov LB, Schroeder TV, Holstein P. Epidemiology of leg amputation: the influence of vascular surgery. *Br J Surg* 1994;81:1600-1603.
- 4,10 Eckman MH, Greenfield S, Mackay WC, et al. Foot infections in diabetic patients: decision and cost-effectiveness analyses. *JAMA* 1995;273:712-720.
- 6,13 Edelman D, Sanders LJ, Pogach L. Reproducibility and accuracy among primary providers of a screening examination for foot risk among diabetic patients. *Prev Med* 1998;2:274-278.
- 9,13 Edelman D, Hough DM, Glazebrook KN, Oddone EZ. Prognostic value of the clinical examination of the diabetic foot ulcer. *J Gen Intern Med* 1997;12:537-543.
- 4,9,13 Edelman D, Oddone EZ, Matchar DB. Clinical and radiographic findings that lead to intervention in diabetic patients with foot ulcers. *Diabetes Care* 1996;19(7):755-757.
- 9 Edelson GV. Systematic and nutritional considerations in diabetic wound healing. *Clin Podiatr Med Surg* 1998;1:41-48.
- 14 Edmonds ME, Blundell MP, Morris ME, Thomas EM, Cotton LT, Watkins PJ. Improved survival of the diabetic foot: the role of a specialised foot clinic. *QJ Med New Series* 1986;60:763-771.
- 14 Edmonds M, Boulton A, Buckenham T, Every N, Foster A et al. Saint Vincent and Improving diabetes care - Report of the diabetic foot and amputation group. *Diabetic Med* 1996;13(suppl 1):S27-S42.
- 13 Edmonds ME, van Acker K, Foster AVM. Education and the diabetic foot. *Diabet Med* 1996;13(suppl 1):S61-S64.
- 7 Edmonds ME, Walters H. Angioplasty and the diabetic foot. *Vasc Med Rev* 1995;6:205-214.
- 3,4,13 El-Shazly M, Abdel-Fattah M, Scorpiglione N, et al. Risk factors for lower limb complications in diabetic patients. *Diabetes Compl* 1998;12:10-17.
- 12 Eneroth M, Apelqvist J, Larsson J, Persson B. Improved wound healing in transtibial amputees. *Int Orthop* 1997;21:104-108.
- 10 Eneroth M, Apelqvist J. Clinical characteristics and outcome in diabetic patients with deep foot infections. *Foot and Ankle* 1997;18:716-722.
- 7 Estes JM, Pomposelli Jr FB. Lower extremity arterial reconstruction in patients with diabetes mellitus. *Diab Med* 1996;13:43-57.
- 9 Faglia E, Favales F, Aldeghi A, et al. Adjunctive systemic hyperbaric oxygen therapy in the treatment of severe prevalently ischemic diabetic foot ulcers. *Diabetes Care* 1996;19:1338-1343.
- 7 Faglia E, Favales F, Quarantiello A, et al. Angiographic evaluation of peripheral arterial occlusive disease and its role as a prognostic determinant for major amputation in diabetic subjects with foot ulcer. *Diabetes Care* 1998;4:625630.
- 9,12,14 Faglia E, Favales F, Aldeghi A, et al. Change in major amputation rate in a center dedicated to diabetic foot care during the 1980s: prognostic determinants for major amputation. *J Diabetes Compl* 1998;2:96-102.
- 13 Falkenberg M. Metabolic control and amputations among diabetics in primary health care - a population-based intensified program governed by patient education. *Scand J Prim Health Care* 1990;8:25-29.
- 16 Feder J, Griffiths C, Highton C et al. Do clinical guidelines introduced with practice based education improve care of asthmatic and diabetic patients? A randomized controlled trial in general practices in East London. *BMJ* 1995;311:1473-1478.
- 13,14 Frykberg RG. The team approach in diabetic foot management. *Adv Wound Care* 1998;11(2):71-77.
- 9 Gentzkow G, Iwasaki SD, Hersh KS et al. Use of Dermagraft, a cultured human dermis, to treat diabetic foot ulcers. *Diabetes Care* 1996;19(4):350-354.

- 9,10,11,12 Giacalone VF, Krych SM, Harkless LB. The University of Texas Health Science Centre at San Antonio: Experience with foot surgery in diabetics. *J of Foot and Ankle Surg* 1994;33(6):590-597.
- 10 Gough A, Clapperton M, Rolando N, Foster AV, Philpott-Howard J, Edmonds ME. Randomised placebo-controlled trial of granulocyte-colony stimulating factor in diabetic foot infection. *Lancet* 1997;350:855-859.
- 10 Grayson ML, Gibbons GW, Habershaw CM, et al. Use of ampicillin/subactam versus imipenem/cilastatin in the treatment of limb-threatening foot infections in diabetic patients. *Clin Infect Dis* 1994;18:683-693.
- 10 Grayson ML, Gibbons GW, Balogh K, et al. Probing to bone in infected pedal ulcers. A clinical sign of underlying osteomyelitis in diabetic patients. *JAMA* 1995;273:721-723.
- 5,9 Hehenberger K, Kratz G, Hansson A, Brismar K: Fibroblasts derived from human chronic diabetic wounds have a decreased proliferation rate, which is recovered by the addition of heparin. *J Dermatol Sci* 1998;2:144-151.
- 5,9 Hehenberger K, Hansson A. High glucose in the use growth factor resistance in human fibroblast can be reversed by antioxidants and protein kinase C-inhibitors. *Cell Biochem* 1997;3:197-201.
- 9 Hehenberger K, Heilborn JD, Brismar K, Hansson A. Inhibited proliferation of fibroblasts derived from chronic diabetic wounds and normal dermal fibroblasts treated with high glucose is associated with increased formation of l-lactate. *Wound Repair Regen* 1998;6(2):135-141.
- 7 Holstein P. The distal blood pressure predicts healing of amputations on the feet. *Acta Orthop Scand* 1984;55:227-233.
- 12 Holstein P. Minor amputations after revascularization for gangrene in diabetics. In: *Amputation - Surgical practice and patient management*. Murdoch G, Bennet A & Wilson A (Eds). Butterworth and Heinemann, Oxford. 1996:277-282.
- 12 Holstein P, Ellitsgaard N, Sørensen S, Bornefeldt Olsen B, Black E, Ellitsgaard V, Perrild K. The number of amputations has decreased. *Nord Med* 1996;11:142-144.
- 7 Holstein P, Trap-Jensen J, Bagger H, Larsen B. Skin perfusion pressure measured by isotope washout in legs with occlusive arterial disease. *Clin Physiol* 1983;3:313-324.
- 3 Holzer SE, Camerota A, Marteus L, Cuedron T, Crystal-Peters J, Zagari M. Costs and duration of care for lower extremity ulcers in patients with diabetes. *Clin Ther* 1998;1:169-181.
- 15 Huddle KRL. Diabetes in South Africa. In: *Diabetes in Africa*. Gill GV, Mbanya J-C, Alberti G (Eds). Cambridge, FSG Communications, 1997,189-197.
- 10 Hughes CE, Johnson CC, Bamberger DM, et al. Treatment and long-term follow-up of foot infections in patients with diabetes of ischemia: A randomized, prospective, double-blind comparison of cefoxitin and ceftizoxime. *Clin Therapeut* 1987;10:36-49.
- 15 Humphrey ARG, Dowse GK, Thoma K, Zimmet PZ. Diabetes and nontraumatic lower extremity amputations. Incidence, risk factors and prevention, a 12 year follow-up study in Nauru. *Diabetes Care* 1996;19(7):710-714.
- 9 Jeffcoate WJ, MacFarlane RM, Fletcher EM. The description and classification of diabetic foot lesions. *Diabetic Med* 1993;10:676-679.
- 7 Jornekog G, Brismar K, Fagrell B. Pronounced skin capillary ischemia in the feet of diabetic patients with bad metabolic control. *Diabetologia* 1998;4:410-415.
- 5,7 Jornekog G, Brismar K, Fagrell B. Skin capillary circulation is more impaired in the toes of diabetic than non-diabetic patients with peripheral vascular disease. *Diabetic Med* 1995;12:36-41.
- 6 Katoulis EC, Ebdon-Parry M, Lanshammar H, Vileikyte L, Kulkarni J, Boulton AL. Gait abnormalities in diabetic neuropathy. *Diabetes Care* 1997;12:1904-1907.
- 13,14 Klernerman L, McCabe C, Cogley D, et al. Screening for patients at risk of diabetic foot ulceration in a general diabetic outpatient clinic. *Diabetic Med* 1996;13:561-563.
- 3,4 Kumar S, Ashe HA, Parnell LN. The prevalence of foot ulceration and its correlates in type 2 diabetic patients: a population based study. *Diabetic Med* 1994;11:480-484.
- 6 Kumar S, Fernando DJS, Veves A et al. Semmes-Weinstein monofilaments: a simple, effective and inexpensive screening device for identifying diabetic patients at risk of foot ulceration. *Diabetes Res Clin Pract* 1991;13:63-68.
- 5,9 Laing P. The development and complications of diabetic foot ulcers. *Am J Surg* 1998;176(suppl 2a):11-19.
- 9 Landau Z. Topical hyperbaric oxygen and lower energy laser for the treatment of diabetic foot ulcers. *Arch Orthop Trauma Surg* 1998;3:156-158.
- 7 Larsen P, Holstein P, Deckert T. Limb salvage in diabetics with foot ulcers. *Prosth Orthot Int* 1989;13:100-103.
- 3,12 Larsson J, Agardh C-D, Apelqvist J, Stenström A. Long term prognosis after amputation in diabetic patients. *Clin Orthop* 1998;350:149-158.
- 7 Larsson J, Apelqvist J, Castenfors J, Agardh C-D, Stenström A. Distal blood pressure as a predictor for the level of amputation in diabetic patients with foot ulcer. *Foot and Ankle* 1993;14:247-253.
- 2,3,10,12 Larsson J, Apelqvist J. Towards less amputations in diabetic patients. *Acta Orthop Scand* 1995;66(2):181-192.
- 2,3,14 Larsson J, Apelqvist J, Agardh C-D, Stenström A. Decreasing incidence of major amputation in diabetic patients: a consequence of a multidisciplinary foot care team approach? *Diabetic Med* 1995;12:770-776.
- 4,9,13 Lavery LA, Armstrong DG, Vela SA, Quebedeaux TL, Fleischli JG. Practical criteria for screening patients at high risk for diabetic foot ulceration. *Arch Intern Med* 1998;15:157-162.
- 4 Lavery LA, Van Houtum WH, Armstrong DG. Institutionalization following diabetes-related lower extremity amputation. *Am J Med* 1997;5:383-388.

- 3,15 The LEA Study Group. Comparing the incidence of lower extremity amputations across the world: the global lower limb extremity amputation study. *Diabetic Med* 1995;12:14-18.
- 13 Leavy LA. Epidemiology on mycomycosis in special risk populations. *J Am Podiatr Med Ass* 1997;12:540-550.
- 7 Lee HM, Wang Y, Sostman HD, et al. Distal lower extremity arteries: evaluation with two dimensional of MR digital subtraction angiography. *Radiology* 1998;2:505-512.
- 10 LeFrock JL, Joseph WS. Bone and soft-tissue infections of the lower extremity in diabetics. *Clin Pod Med Surg* 1995;12:87-103.
- 12 Lehto S, Pyoralä K, Ronnema T, Laakso M. Risk factors predicting lower extremity amputations in patients with NIDDM. *Diabetes Care* 1996;19(6):607-612.
- 7 Lepentalo M, Kangas T, Pietilä J, Scheinin TM. Non-invasive characterisation of angiopathy in the diabetic foot. *Eur J Vasc Surg* 1988;2:41-44.
- 9 Leslie C, Sapico FL, Ginunas VJ, Adkins RH. Randomized controlled trial of topical hyperbaric oxygen for treatment of diabetic foot ulcers. *Diabetes Care* 1988;11(2):111-115.
- 10 Lipsky BA, Baker PD, London GC, Fernau R. Antibiotic therapy for diabetic foot infections: A comparison of two parenteral-to-oral regimens. *Clin Infect Dis* 1997;24:643-648.
- 10 Lipsky BA. Osteomyelitis of the foot in diabetic patients. *Clin Infect Dis* 1997;25:1318-1326.
- 3,4,13 Litzelman DK, Marriot DJM, Vinicor F. Independent physiological predictors of foot lesions in patients with NIDDM. *Diabetes Care* 1997;20(8):1273-1278.
- 8,13 Litzelman DK, Marriot DJM, Vinicor F. The role of footwear in the prevention of foot lesions in patients with NIDDM. *Diabetes Care* 1997;20:156-162.
- 4,13 Litzelman D, Slemenda W, Langefeld C, Hays L, Welch A, Bild D et al. Reduction of lower extremity clinical abnormalities in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Ann of Intern Med* 1993;119:36-41.
- 7 LoGerfo FW, Coffman JD. Vascular and microvascular disease of the foot in diabetes. Implications for foot care. *New Engl J Med* 1984;311:1615-1619.
- 7,9 LoGerfo FW, Gibbons GW, Pomposelli FB Jr, et al. Trends in the care of the diabetic foot. Expanded role of arterial reconstruction. *Arch Surg* 1992;127(5):617-620.
- 16 Lomas J, Enkin M, Anderson GM, Hannah WJ, Vayda E, Singer J. Opinion leaders versus audit and feedback to implement practice guidelines. Delivery after previous caesarean section. *JAMA* 1991;265:2202-2207.
- 4,13,14 Lowe JM, Bowen K. Evaluation of a diabetes education program in Newcastle, NSW. *Diabetes Res and Clin Pract* 1997;38:91-99.
- 12 Luther M. The influence of arterial reconstructive surgery on the outcome of critical leg ischaemia. *Eur J Vasc Surg* 1994;8:682-689.
- 14 Malone JM, Snyder M, Anderson G, Bernhard VM, Holloway GA, Brunt TJ. Prevention of amputation by diabetic education. *Am J Surg* 1989;158:520-523.
- 3,4,14 McCabe CJ, Stevenson RC, Dolan AM. Evaluation of a diabetic foot screening and protection program. *Diabetic Med* 1998;15:80-84.
- 3,4,9 Macfarlane RM, Jeffcoate WJ. Factors contributing to the presentation of diabetic foot ulcers. *Diabetic Med* 1997;14:867-870.
- 15 Malerbi DA, Franco LJ, and the Brazilian Cooperative Group on the Study of Diabetes Prevalence. Multicentre study of the prevalence of diabetes mellitus and impaired glucose tolerance in the urban population aged 30-69. *Diabetes Care* 1992;15:1509-1516.
- 9,12 Mayfield JA, Reiber GE, Nelson RG, Greene T. A foot risk classification system to predict diabetes amputations in Pima Indians. *Diabetes Care* 1996;19(7):704-709.
- 6,3 McGill M, Molyneaux L, Yve DK. Use of the Semes-Weinstein 5,07/10 gram monofilament (the long and the short of it). *Diabet Med* 1998;15(7):615-617.
- 4,9 McIntyre Bridges Jr, R. Deitch, E.A. Diabetic Foot Infections. Pathophysiology and Treatment. *Surg Clinics of North America* 74(3):537,1994.
- 5,6 McNeely MJ, Boyko EJ, Ahroni JH et al. The independent contributions of diabetic neuropathy and vasculopathy in foot ulceration. *Diabetes Care* 1995;18:216-219.
- 9 Morris AD, McAlpine R, Steink D. Diabetes and lower limb amputations in the community. A retrospective cohort study. *Diabetes Care* 1998;5:738-743.
- 8 Mueller MJ. Therapeutic footwear helps protect the diabetic foot. *JAPMA* 1997;87:360-364.
- 16 Mugford M, Banfield P, O'Hanlon M. Effects of feedback of information on clinical practice: a review. *BMJ* 1991;303:398-402.
- 5,6 Murray HJ, Young MJ, Hollis S, Boulton AJM. The association between callus formation, high pressure and neuropathy in diabetic foot ulceration. *Diabetic Med* 1996;13:979-982.
- 9 Naughton G, Mansbridge J, Gentzkow G. A metabolically active human dermal replacement for the treatment of diabetic foot ulcers. *Artif Organs* 1997;21:1203-1210.
- 3 Neil HAW, Thompson AV, Thorogood M, Fowler GH, Mann JL. Diabetes in the elderly: the Oxford community diabetes study. *Diabetic Med* 1989;6:608-613.
- 16 Nuffield Institute for Health, University of Leeds, UK. Implementing Clinical Practice Guidelines: can guidelines be used to improve clinical practice? *Effective Health Care* 1994;81-12.
- 9 Nwomeh BC, Yager DR, Cohen IK. Physiology of the chronic wound. *Clin Plast Surg* 1998;25(3):341-356.
- 7 Padberg FT, Back TL, Thompson PN, Hobson RW. Transcutaneous Oxygen (TcPO2) estimates probability of healing in the ischemic extremity. *J Surg Res* 1996;60:365-369.

- 3,4 Payne CB, Scott RS. Hospital discharge for diabetic foot disease in New Zealand: 1980-1993. *Diabetes Res Clin Pract* 1998;1:69-74.
- 9,10 Piaggese A, Schipani E, Campi F, et al. Conservative surgical approach versus non-surgical management for diabetic neuropathic foot ulcer: A randomized trial. *Diabetic Med* 1998;5:412-417.
- 5 Pecoraro RE, Reiber GE, Burgess EM. Pathways to diabetic limb amputation: basis for prevention. *Diabetes Care* 1990;113:516-521.
- 15 Pedrosa HC, Nery ES, Sena FV, Novaes C, et al. O desafio do projecto salvando o pe diabetic. *Doletim Centro BD* 1998;4(19):1-10.
- 15 Pedrosa HC. Diabetic foot. *Rev Bras Neur* 1997;1(3):131-135.
- 9 Pham HT, Economides PA, Veves A. The role of endothelial function on the foot: microcirculation and wound healing in patients with diabetes. *Clin Podiatr Med Surg* 1998;15:85-94.
- 13 Pleber TR, Holler A, Siebenhofer A, Brunner GA, Semlitsch, Schattenberg S, Zopotoczky, Rainer W, Krejs GA. Evaluation of a structured teaching and treatment programme for type 2 diabetes in general practice in a rural area of Austria. *Diabetic Med* 1995;12:349-354.
- 12 Pinzur M, Kaminsky M, Sage R, Cronin R, Osterman H.J. Amputations at the middle level of the foot. *Bone Joint Surg (AM)* 1986;68(7):1061-1064.
- 1,3,4 Ragnarsson-Tennvall G, Apelqvist J. Cost-effective management of diabetic foot ulcers. *PharmacoEconomics* 1997;12:42-53.
- 7 Rayman G, Malik RA, Sharma AK, Day JL. Microvascular response to tissue injury and capillary ultrastructure in the foot of type 1 diabetic patients. *Clin Sc (Colch)* 1995;89(5):467-474.
- 1,3,4 Reiber GE, Lipsky BA, Gibbons GW. The burden of diabetic foot ulcer. *Am J Surg* 1998;176(suppl 2a):5-10.
- 1,3,4 Reiber GE, Boyko EJ, Smith DG. Lower extremity foot ulcers and amputations in diabetes. *Diabetes in America*. 2nd ed. Washington, ED: DHHS; 1995.
- 9 Reiber GE, Pecoraro RE, Koepsell TD. Risk factors for amputations in patients with diabetes mellitus. A case-control study. *Ann Int Med* 1992;117(2):97-105.
- 9 Richard J, Parer-Richard C, Davies JP, et al. Effect of topical basic fibroblast growth factor on the healing of chronic diabetic neuropathic ulcer of the foot. *Diabetes Care* 1995;18(1):64-69.
- 13 Rith-Najarian SJ, Stolsky T, Gohdes DM. Identifying diabetic patients at risk for lower-extremity amputation in a primary healthcare setting. *Diabetes Care* 1992;15:1386-1389.
- 3,13 Romano G, Moretti G, Di Benedetto A, et al. Skin lesion in diabetes mellitus: Prevalence and clinical correlations. *Diabetes Res Clin Pract* 1998;28:101-106.
- 9,13 Ronnema T, Hamalainen H, Toikka T, Liukkonen I. Evaluation of the impact of podiatrist care in the primary prevention of foot problems in diabetic subjects. *Diabetes Care* 1997;20(12):1833-1837.
- 7 Rutherford RB, Preston Flanigan D, Gupta SK et al. Suggested standards for reports dealing with lower extremity ischaemia. *J Vasc Surg* 1986;4:80-94.
- 9,11 Sammarco GJ, Conti SF. Surgical treatment of neuroarthropathic foot deformity. *Foot and Ankle Int* 1998;19(2):102-109.
- 11 Sanders LJ, Frykberg RG. Diabetic neuropathic osteoarthropathy: the Charcot foot. In: The high risk foot in diabetes mellitus. Frykberg RG (Ed). New York, NY: Churchill Livingstone; 1991:297-338.
- 11 Schon LC, Easley ME, Weinfeld SB: Charcot neuroarthropathy of the foot and ankle. *Clin Orthop* 1998;349:116-131.
- 11 Selby PL, Young MJ, Boulton AJM. Bisphosphonates: A new treatment for diabetic Charcot neuroarthropathy? *Diabetic Med* 1994;11:28-31.
- 7,12 Selby JV, Zhang D. Risk factors for lower extremity amputation in persons with diabetes. *Diabetes Care* 1995;18(4):509-516S.
- 9 Silhi N. Diabetes and wound healing. *J Wound Care* 1998;7(1):47-51.
- 9 Slovenkai M P. Foot problems in diabetes. *Med Clin North Am* 1998;82(4):949-971.
- 7 Smith FTC, Shearman CP, Simms MH, Gwynn BR. Falsely elevated ankle pressures in severe leg ischaemia: The pole test-an alternative approach. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1994;8:408-412.
- 15 Spichler ERS, Spichler D, Martins CSF, Franco LJ et al. Diabetic lower extremity amputation in Rio de Janeiro. *Diabetologia* 1998;41:A279.
- 13,14 Sriussadaparn S et al. Behavior in Self-care of the foot and foot ulcers in Thai non-insulin dependent diabetes mellitus. *J Med Assoc Thai* 1998;81:29-36.
- 9 Steed D, Goslen J, Holloway G et al. Randomized prospective double-blind trial in healing chronic diabetic foot ulcers. *Diabetes Care* 1992;15(11):1598-1604.
- 10 Tan JS, Wishow RM, Talan DA, Duncanson FP, Nordern CWI. Treatment of hospitalized patients with complicated skin and skin structure infections: double-blind, randomized, multicenter study of piperacillin-tobaxactam versus ticarcillin-clavulanate. *Antimicrob Agents Ch* 1993;37:1580-1586.
- 5,6 Thivolet C, El Farkh J, Pettio A et al. Measuring vibration sensations with graduated tuning fork: simple & reliable means to detect diabetic patients at risk of neuropathic foot ulceration. *Diabetes Care* 1990;13(10):1077-1080.
- 5,7,9 Tooke JE, Brash PD. Microvascular aspects of diabetic foot disease. *Diabetic Med* 1996;13:26-29.
- 8 Tovey FI. The manufacture of diabetic footwear. *Diabetic Med* 1984;1:69-71.
- 7 Ubink D Th, Kitslaar PHEJM, Tordoir JHM, Reneman RS, Jacobs MJHM. Skin microcirculation in diabetic and non-diabetic patients at different stages of lower limb ischaemia. *Eur J Vasc Surg* 1993;7(6):659-666.

- 8 Uccioli L, Aldeghi A, Faglia E, et al. Manufactured shoes in the prevention of diabetic foot ulcers. *Diabetes Care* 1995;18:1376-1378.
- 9 UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Group. Intensive blood-glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33). *Lancet* 1998; 352:837-853.
- 3 Van Houtum WH, Lavery LA, Harkless LB. The cost of diabetes-related lower extremity amputations in the Netherlands. *Diabetic Med* 1995;12:777-781.
- 3,4 Van Houtum WH, Lavery LH, Harkless LB. The impact of diabetes-related lower extremity amputations in the Netherlands. *J Diabetes Compl* 1996;10:325-330.
- 1,3,4 Van Houtum WH, Lavery LH. Outcomes associated with diabetes-related amputations in the Netherlands and the State of California. *J Int Med* 1996;240:227-231.
- 7 Vayssariat M, Gouny P, Cheyne C, Gaitz J.P., Baudot N, Nussaume O. Haemodynamics of patients with severe lower limb arterial disease: The critical aspects of critical ischaemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1997;14:284-289.
- 5 Veves A, Akbari CM, Primavera J, et al. Endothelial dysfunction and the expression of endothelial nitric oxide synthetase in diabetic neuropathy vascular disease and foot ulceration. *Diabetes* 1998;3:457-463.
- 5,6,13 Vileikyte L, Hutchings G, Hollis S et al. The tactile circumferential discriminator: A new, simple screening device to identify diabetic patients at risk of foot ulceration. *Diabetes Care* 1997;20(4):623-626.
- 7 Wagner FW. The Dysvascular foot: A system for diagnosis and treatment. *Foot and Ankle* 1981;2:64-122.
- 3 Walters DA, Gatling W, Mullee MA et al. The distribution and severity of diabetic foot disease: a community based study with comparison to a non-diabetic group. *Diabetic Med* 1992;9:354-358.
- 9 Wieman TJ, Smiell JM, Yachin S. Efficacy and safety of a topical gel formulation of recombinant human platelet-derived growth factor-BB (Becaplermin) in patients with chronic neuropathic diabetic ulcers. *Diabetes Care* 1998;21:822-827.
- 5,6 Young MJ, Breddy JL, Veves A, Boulton AJM. The prediction of neuropathic foot ulceration using vibration perception thresholds. *Diabetes Care* 1994;17:557-561.
- 15 Zouvanis M. Diabetes in black South Africans: pathophysiology and guidelines for management. *Special Med* 1997;XIX:53-59.

Die Abbildungen wurden zur Verfügung gestellt von:

J. Apelqvist
 K. Bakker
 J. Dooren
 A. Foster
 C.V. Krishnaswami
 N.S. Murali
 M.H. Nabuurs-Franssen
 H.C. Pedrosa
 J.A. Rauwerda
 N.C. Schaper
 M. Spraul

Adresse

International Working Group on the Diabetic Foot
P.O. Box 9533
1006 GA Amsterdam
Niederlande

E-mail: diabetic-foot@mail.com