

Die interdisziplinäre Behandlung des diabetischen Fußes

Sigurd Kessler
Hrsg.

Die interdisziplinäre Behandlung des diabetischen Fußes



Springer

Hrsg.
Sigurd Kessler
ORTHOEVO
München, Deutschland

ISBN 978-3-662-63118-8 ISBN 978-3-662-63119-5 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-63119-5>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2022
Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Umschlaggestaltung: deblik Berlin
Graphik Cover: Dr. Christoph Volkering, München

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.
Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Vorwort

Ist die Umsetzung der Sankt Vincent Deklaration ein frommer Wunsch?

Bis in die 90er-Jahre des letzten Jahrhunderts war die Neuropathie als Ursache für Wunden am diabetischen Fuß weitgehend unbekannt. Man führte Ulzera ausschließlich auf Durchblutungsstörungen zurück. Wenn bei chronischen Wunden tastbare Fußpulse vorlagen, erklärte man diese mit einer Mikroangiopathie, ein für die Betroffenen fataler Irrtum; denn unter dieser Fehlbeurteilung wurden zahllose unnötige Amputationen vorgenommen. Deshalb forderten im Jahr 1989 die WHO und die International Diabetes Federation (IDF) in der St. Vincent Deklaration, die Amputationen innerhalb von fünf Jahren um 50 Prozent zu reduzieren.

Als Mitgestalter hat Prof. Dr. R. Landgraf im Diabeteszentrum der Ludwig-Maximilians-Universität München in der Folge ein Fußzentrum etabliert. Da offensichtlich war, dass bei der Prävention und Behandlung von Komplikationen am diabetischen Fuß nur ein interdisziplinäres Vorgehen zum Erfolg führen kann, wurden Diabetologen, Chirurgen, Angiologen, Radiologen sowie eine Reihe anderer Spezialisten einbezogen.

Chirurgen zur Mitarbeit zu gewinnen, war nicht ganz einfach, galten sie doch als hauptverantwortlich für die hohen Amputationszahlen. Andererseits war für Chirurgen der diabetische Fuß kein karriereförderndes Betätigungsfeld. Als ich um Teilnahme gefragt wurde, hatte ich unter der Vorstellung zugesagt, dass am diabetischen Fuß die operativen Möglichkeiten begrenzt seien und deshalb nur ein geringer Einsatz zu erwarten sei. Das stellte sich als zweifacher Irrtum heraus; denn der interdisziplinäre Austausch führte zur Erweiterung der Behandlungsmöglichkeiten, sodass zunehmend mehr Füße erhalten werden konnten. Dadurch wurde aus der Nebentätigkeit mit der Zeit ein Full-Time-Job. Auch in anderen Ländern und Städten wurden fachübergreifende Kooperationen gegründet.

Die bislang detaillierteste Studie in Deutschland zu den Amputationszahlen bezog sich auf die Jahre 2005–2014 (Kröger 2017). Die Autoren haben die Daten nach der ICD-Codierung analysiert und Werte um 48 000 p. a. gefunden. Dabei fanden sie über die Jahre eine Abnahme der Major- und eine Zunahme der Minor-Amputationen.

Weshalb haben diese unvermindert hohen Amputationszahlen keine Empörung ausgelöst? Weshalb hat keine intensive Suche nach den Möglichkeiten zur Verinderung eingesetzt? Das wäre zweifellos ein wichtiges Ziel, ist doch mit jeder Amputation eine Einschränkung der Lebensqualität verbunden. Selbst bei guter Prothesenversorgung ist die Gefahr gegeben, die soziale Integration zu verlieren.

Die Folgen des Diabetes mellitus manifestieren sich am Fuß in zwei grundsätzlich unterschiedlichen Erkrankungen: in den Durchblutungsstörungen (pAVK [peripher arterielle Verschlusskrankheit], auch angiopathischer Fuß [aF]) und in der Polyneuropathie (PNP) (auch neuropathischer Fuß). Da beide Entitäten häufig sind, können sie an einem Patienten gleichzeitig vorkommen. Das ist aber keineswegs gesetzmäßig der Fall.

Die **Durchblutungsstörungen** resultieren aus Stenosen und Verschlüssen von Arterien und führen im Endstadium zur ischämischen Nekrose. Die Angiologen, interventionelle Radiologen und Gefäßchirurgen behandeln mit ihren jeweils eigenen Verfahren. Welche Behandlung vorzunehmen ist, hängt von der Lokalisation und der Morphologie der Gefäßveränderungen ab. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit erfolgt auf der Basis von international akzeptierten Klassifikationen und studienbasierten Leitlinien. Damit ist die Gefäßmedizin wissenschaftlich und organisatorisch für die aktuellen Anforderungen gut positioniert.

Beim **neuropathischen Fuß** handelt es sich um ein grundsätzlich anderes Krankheitsbild. Bei diesem werden durch neurogene Muskelausfälle Fehlstellungen, wie Hammerzehen, hervorgerufen. Durch lokal erhöhten Knochendruck auf empfindungsgestörter Haut entstehen Ulzerationen und danach Infektionen. Eine Sonderform ist der Charcotfuß, der mit ausgeprägten Fehlstellungen, Wunden und schweren Infektionen einhergehen kann. Der neuropathische Fuß stellt sich in unterschiedlichen Entwicklungen dar und ist in seiner Gesamtheit nicht einfach zu überblicken. Spezielle Erscheinungsformen, wie gravierende Fehlstellungen und ausgedehnte Infektionen, werden häufig nicht mit der Neuropathie in Verbindung gebracht.

Leider wird die Bedeutung des neuropathischen Fußes überwiegend inkorrekt eingeschätzt, indem sie auf die fehlende Schmerzwahrnehmung bei Wunden und Ischämie beschränkt wird. Das äußert sich außerdem darin, dass noch immer von einer Perfusionsstörung ausgegangen wird. Dies kommt in Floskeln wie „Diabetisches Fußsyndrom“ und „neuroischämische Wunde“ zum Ausdruck und führt nicht zu der bislang nicht überwundenen Überzeugung, „am diabetischen Fuß heilt nichts!“ Daraus ergeben sich widersprüchliche Konsequenzen: Einerseits wird die Neuropathie als vergleichsweise harmlos, quasi als Nebendiagnose angesehen. Nach dieser Sichtweise können neuropathische Wunden wochen- sogar monatelang akzeptiert werden. Auf der anderen Seite werden ausgeprägte Deformationen und fortgeschrittene Infektionen nicht mit der Neuropathie in Verbindung gebracht. Unter der Annahme der Minderperfusion gelten Stellungskorrektur und chirurgische Infektsanierung vielfach als sinnlos bzw. als kontraindiziert, sodass Amputationen vorgenommen werden. Möglicherweise werden sogar mehr Amputationen wegen Infektionen als wegen Durchblutungsausfällen vorgenommen. Zahlen dazu fehlen in den Statistiken.

Eine detaillierte Beschäftigung mit dem neuropathischen Fuß ist dringend erforderlich. Dazu gehört die Kenntnis der verschiedenen Verlaufsformen, peripher neuropathischer Fuß, Charcotfuß, Weichteil- und Knocheninfektionen. Neben den rein therapeutischen Aspekten sind auch gesundheitspolitische wesentlich. In der Dokumentation muss die Möglichkeit geschaffen werden, u. a. die Infektionen anzugeben. Die Abrechnungsbedingungen müssen so geändert werden, dass nicht mehr Amputationen höher bewertet werden als fußerhaltende Maßnahmen, die einen deutlich größeren Aufwand erfordern.

Der angiopathische und der neuropathische Fuß sind bei aller Unterschiedlichkeit in der Pathogenese in den Endstadien bedrohliche Erkrankungen. Viele Behandlungsmöglichkeiten für die Neuropathiefolgen werden bislang zu wenig angewendet. Es können aber nicht nur fortgeschrittene Stadien saniert werden; die späten Stadien können sogar durch konsequente Prophylaxe und Frühbehandlung vollständig behandelt werden, sodass sich die Frage einer Amputation beim neuropathischen Fuß absehbar gar nicht mehr stellen müsste. Damit rückt die Realisierung der St. Vinzenz Deklaration, wenn auch mit Verspätung, in erreichbare Nähe.

Im Namen der Autoren

Sigurd Kessler

Danksagung

Prof. Dr. R. Landgraf, Diabetologe der LMU München, hatte Mitte der neunziger Jahre einen chirurgischen Partner für seine diabetische Fußsprechstunde gesucht. Obwohl als Unfallchirurg mit deutlich anderen Themen befasst, bin ich dem Wunsch gerne gefolgt. Es hat sich eine sehr intensive Zusammenarbeit über viele Jahre ergeben. Er hat letztlich die Initialzündung zu diesem Buch gelegt.

Herzlicher Dank gebührt Prof. Dr. Lew Schon von der Universität Baltimore, der frühzeitig wichtige Untersuchungen zum Thema Charcotfuß vorgelegt hatte. Er hat in Gesprächen wichtige Anregungen gegeben.

Die Klinikdirektoren Prof. Dr. W. Mutschler von der Chirurgischen Klinik der LMU München und Prof. Dr. M Walther von der Schön Klinik München-Harlaching haben die klinische und wissenschaftliche Beschäftigung mit dem diabetischen Fuß in vieler Hinsicht gefördert. Zahlreiche Krankenschwestern haben sich die Problematik des diabetischen Fußes zu eigen gemacht und sich für die Behandlungserfolge eingesetzt. Besonders zu erwähnen sind Frau Svatava Huber, Frau Iveta Sklenerova und Frau Heidi Günther, die neben der pflegerischen Tätigkeit bei der Wundbehandlung auch wichtige organisatorische Aufgaben übernommen haben.

Sehr herzlicher Dank gebührt meiner Familie, meiner Ehefrau Nelly, meinen Söhnen Reto, Björn und Gaudenz, die an vielen Schauplätzen geholfen haben.

Nicht zuletzt gebührt dem Springer Verlag mit seinen Mitarbeitern für die vielfältige Unterstützung aufrichtiger Dank, allen voran Frau Barbara Knüchel und Frau Antje Lenzen.

Es wäre eine Freude, wenn das Buch dazu beitragen würde, die Folgen des diabetischen Fußes für die betroffenen Patienten zu mildern, wenn nicht sogar vollständig zu vermeiden, und die Behandelnden erkennen würden, dass die Beschäftigung mit dieser Thematik wegen der großen Erfolgsaussichten sehr viel Befriedigung bringen kann.

Sigurd Kessler

Über das Buch

Definitionen

- „Konservativ“: Der Begriff wird vermieden, weil er in der Literatur unterschiedlich verwendet wird, teils i. S. von „nicht-operativ“, teils i. S. von „Fuß erhaltend = nicht-amputierend = konservierend“. Wir verwenden den Begriff „nicht-operativ“.
- „Operativ“ verwenden wir i. S. von „chirurgisch“.
 - Chirurgisch fußerhaltende Operationen sind
 - Resektionen = Entfernung eines Teils einer Struktur (z. B. des Kopfes eines Metatarsalknochens)
 - Exstirpation: Entfernen einer gesamten Struktur (z. B. eines Sesambeins)
 - Exzision= Ausschneidung (z. B. von Wunden)
 - Amputation: Entfernung eines Extremitätenanteils (z. B. Zehe, Vorfuß, Gesamtfuß)
 - Ablatio: Abtragen von Körperanteilen. Dabei kann es sich um begrenzte Gewebeanteile handeln.

Inhaltsverzeichnis

1	Anästhesiologische Aspekte bei der Chirurgie am diabetischen Fuß ...	1
	<i>Patrick Rosin und Franz-Peter Lenhart</i>	
1.1	Einleitung	3
1.2	Präoperative Evaluation	3
1.2.1	Komorbidität.....	3
1.2.2	Kardiovaskuläres System.....	3
1.2.3	Diabetische Neuropathie	4
1.2.4	Diabetische Nephropathie	4
1.2.5	Stiff-joint-Syndrom	4
1.3	Präoperative Untersuchung und weiterführende Diagnostik	4
1.3.1	Laborchemische Diagnostik.....	5
1.3.2	EKG	5
1.3.3	Röntgen-Thorax	5
1.3.4	Echokardiografie	6
1.3.5	Weiterführende kardiovaskuläre Diagnostik	6
1.4	Perioperatives Management	6
1.4.1	Blutzuckertherapie	6
1.4.2	Hypothermieprophylaxe.....	7
1.5	Anästhesiologisches Vorgehen	7
1.5.1	Allgemeinanästhesie	7
1.5.2	Regionalanästhesie.....	8
1.5.3	Rückenmarksnahe Regionalanästhesie	8
1.5.4	Periphere Regionalanästhesie.....	8
1.6	Postoperative Aspekte	9
1.7	In Kürze	10
	Literatur	11
2	Die angiologische Diagnostik und Therapie beim diabetischen Fuß....	13
	<i>Peter Kuhlencordt</i>	
2.1	Einführung	14
2.2	Pathophysiologie	14
2.3	Diagnostik	15
2.3.1	Anamnese	16
2.3.2	Körperliche Untersuchung	16
2.3.3	Segmentale Pulsoszillografie.....	18
2.3.4	TCpO ₂ -Messung	18
2.3.5	Belastungstest.....	18
2.3.6	Radiologische Diagnostik.....	19
2.3.7	Angiologische Therapie beim diabetischen Fuß.....	20
	Literatur	20

3	Radiologische Diagnostik und minimal invasive bildgesteuerte Therapie	23
	<i>Johannes Rieger</i>	
3.1	Angiopathischer Fuß	24
3.2	Grundlagen zur radiologischen Gefäßdiagnostik	26
3.3	Minimal-invasive bildgesteuerte Therapie.....	28
3.4	In Kürze	33
	Literatur	33
4	Gefäßchirurgische Rekonstruktionen bei diabetischer Gangrän	35
	<i>Claus-Georg Schmedt, Stephanie Steckmeier, Sigurd Kessler, Mojtaba Sadeghi und Bernd Steckmeier</i>	
4.1	Epidemiologie	36
4.2	Neuropathie und arterielle Verschlusskrankung (pAVK).....	36
4.3	Pathophysiologische Aspekte der Angiopathie bei Diabetes mellitus	37
4.4	Besonderheiten der Gefäßdiagnostik	38
4.5	Revaskularisation beim diabetischen Fußsyndrom	39
4.6	In Kürze	44
	Literatur	45
5	Peripher neuropathische Fuß	47
	<i>Sigurd Kessler, Christoph Volkering, Sandra Sommerey, Edzard Kessler, Maike Dohrn, Manuel Dafotakis, Axel Stäbler, Mathias Kaemmerer, Bastian Priegelmeir, Ruth Trenkler, Reto Grichting, Daniela Grichting, Michael Möller, Markus Seefle, Georg Seeble und Thomas Kurtze</i>	
5.1	Einleitung	49
5.1.1	Ein Verlauf zum neuropathischen Fuß	49
5.1.2	Viele therapeutische Möglichkeiten werden nicht genutzt	51
5.1.3	Geschichte des diabetisch neuropathischen Fußes	51
5.1.4	Häufigkeiten	52
5.1.5	Nomenklatur	52
5.1.5.1	Unklare und fehldeutbare Begriffe	52
5.1.5.2	Vorschlag zum Sprachgebrauch.....	53
5.2	Pathogenese des neuropathischen Fußes, neurologischer Überblick über die diabetische Polyneuropathie.....	54
5.3	Folgeerscheinung der Polyneuropathie am Fuß	57
5.3.1	Allgemeine Merkmale	57
5.3.2	Pathomechanismus	58
5.4	Klassifikation des peripher neuropathischen Fußes	62
5.4.1	Bisherige Klassifikationen	62
5.4.2	Umfassende Klassifikation des diabetisch neuropathischen Fußes.....	68
5.5	Diagnostik zum neuropathischen Fuß.....	68
5.5.1	Klinische Diagnostik	68
5.5.1.1	Anamnese	69
5.5.1.2	Klinische Befunde	70
5.5.2	Apparative Untersuchungen	72
5.5.3	Bildgebende Diagnostik beim peripher neuropathischen Fuß.....	72

Inhaltsverzeichnis

5.5.3.1 Röntgenaufnahme (RA)	74
5.5.3.2 Schnittbildverfahren für die Knochen des Vorfußes	78
5.6 Nicht-operative Therapie des peripher neuropathischen Fußes	78
5.6.1 Allgemeine Aspekte zur Therapie des peripher neuropathischen Fußes.....	78
5.6.1.1 Derzeitige Situation in der Therapie	78
5.6.1.2 Weshalb kommen die Möglichkeiten der Fußchirurgie beim neuropathischen Fuß nur in eingeschränktem Maße zur Anwendung?.....	79
5.6.2 Spezielle nicht-operative Verfahren	80
5.6.2.1 Verbandstechnische Maßnahmen.....	80
5.6.3 Podologische Behandlungen	82
5.6.3.1 Podologische Behandlung von Fehlstellungen mit Orthosen,	82
5.6.3.2 Wundbehandlung durch Podologen	84
5.6.4 Physiotherapie bei Patienten mit diabetischer Polyneuropathie	87
5.6.4.1 Möglichkeiten der Physiotherapie.....	87
5.6.5 Schuhtechnische Versorgung beim peripher neuropathischen Fuß.....	89
5.6.5.1 Schuhtechnik ist die Basis für die Versorgung von diabetischen Füßen	89
5.6.5.2 Grundsätzliches zur Verordnung von Hilfsmitteln	89
5.6.6 Orthopädietechnische Behandlung des peripher neuropathischen Fußes	96
5.6.6.1 Orthosen.....	96
5.6.6.2 Innenschuhe	97
5.6.6.3 Unterschenkelorthesen.....	97
5.7 Operative Therapie beim peripher neuropathischen Fuß.....	98
5.7.1 Weshalb kommen die Möglichkeiten der Fußchirurgie beim neuropathischen Fuß nur in eingeschränktem Maße zur Anwendung?.....	99
5.7.2 Grundsätzliches zur operativen Therapie am neuropathischen Fuß.....	99
5.7.3 Besonderheiten bei Operationen am neuropathischen Fuß	100
5.7.4 Fußchirurgischen Behandlungsverfahren.....	102
5.7.4.1 Erster Strahl	102
5.7.4.2 Kleinzehen 2–4	105
5.7.4.3 Fünfter Strahl.....	110
5.7.4.4 Ferse	111
5.7.5 Nachbehandlung.....	111
Literatur	112
6 Der Charcotfuß.....	119
<i>Sigurd Kessler, Christoph Volkering, Sandra Sommerey, Maike Dohrn, Manuel Dafotakis, Axel Stäbler, Mathias Kaemmerer, Michael Möller, Georg Seefle, Markus Seefle und Thomas Kurtze</i>	
6.1 Zusammenfassung.....	121
6.2 Einleitung	121
6.2.1 Jean-Martin Charcot	121
6.2.2 Geschichte des Charcotfußes	124
6.2.3 Unterschiede zwischen Charcotfüßen aufgrund luetischer und diabetischen Polyneuropathie.....	124
6.2.4 Spontane Verlauf	125
6.2.4.1 Frühcharcot (CS I).....	126
6.2.4.2 Knochenverlust und Frakturierung (CS II).....	128

6.2.4.3 Knochenneubildung (CS III)	132
6.2.4.4 Instabilität (CS IV)	132
6.2.4.5 Fehlstellungen (CS V)	136
6.2.4.6 Lokale Weichteilschäden und Infektionen (CS VI, uKnF 5a)	137
6.2.4.7 Systemische Infektion (uKnF 5b)	140
6.2.5 Nomenklatur	140
6.2.5.1 Bezeichnungen zum Charcotfuß allgemein	140
6.2.5.2 Bezeichnungen zum Frühstadium	141
6.3 Ätiologie und Pathogenese	142
6.3.1 Auslösung durch neurale Fehlregulation	142
6.3.2 Bisherige Vorstellungen zur Pathogenese	142
6.3.3 Pathogenese des Charcotfußes aus neurologischer Sicht	143
6.3.3.1 Neuronale Regulierung des Knochenstoffwechsels	143
6.3.3.2 Knochenmetabolismus	145
6.3.3.3 Periphere neuronale Regulation	145
6.3.3.4 Zentrale Regulationsmechanismen	146
6.3.3.5 Nervenschädigung und neurogene Inflammation – die Brücke zum Knochenstoffwechsel	146
6.3.3.6 Der Blick nach rechts und links: andere Knochenerkrankungen als Folge neuronaler Fehlregulation	147
6.3.3.7 Zusammenfassung und Fazit	147
6.3.4 Klassifikation Charcotfuß	147
6.3.4.1 Bedeutung einer Klassifikation	147
6.3.4.2 Bisherige Klassifikationen des Charcotfußes	148
6.3.4.3 Klassifikation des Charcotfußes	151
6.3.4.4 Zusammenfassung Klassifikation	155
6.4 Diagnostik zum Charcotfuß	156
6.4.1 Klinische Diagnostik	156
6.4.1.1 Vorgeschichte	156
6.4.1.2 Klinischer Befund	156
6.4.1.3 Labor	157
6.4.1.4 Zur Differenzialdiagnose Charcotfuß/Osteomyelitis	157
6.4.2 Bildgebende Diagnostik beim Charcotfuß	159
6.4.2.1 Vorbemerkung	159
6.4.2.2 Röntgenaufnahmen (RA)	159
6.4.2.3 Computertomografie (CT)	163
6.4.2.4 Magnetresonanztomografie (MRT)	164
6.4.2.5 Knochenszintigrafie und PET-CT	164
6.4.2.6 Bildgebende Darstellung nach Stadien	164
6.5 Therapie des Charcotfußes	168
6.5.1 Vorbemerkung	168
6.5.2 Geschichte der Behandlung des diabetischen Charcotfußes	168
6.5.3 Therapieziele	169
6.5.4 Besonderheiten in der Behandlung des Charcotfußes	169
6.5.5 Nicht-operative Behandlung des Charcotfußes	170
6.5.5.1 Grundsätze der stadienabhängigen Therapie	170
6.5.5.2 Orthopädieschuhtechnische Behandlung des Charcotfußes	173

Inhaltsverzeichnis

6.5.5.3 Orthopädietechnische Versorgung beim Charcotfuß.....	182
6.5.6 Chirurgische Behandlung des Charcotfußes	186
6.5.6.1 Indikationen und Kontraindikationen zur Operation	186
6.5.6.2 Ziele der Operation.....	186
6.5.6.3 Grundsätzliche Aspekte zur Operation	186
6.5.6.4 Operative Verfahren	187
6.5.7 Stellungskorrigierende Arthrodesen beim Charcotfuß	188
6.5.7.1 Begünstigende und beeinträchtigende Faktoren für die knöcherne Fusion	189
6.5.7.2 Implantate für die Arthrodesen	190
6.5.7.3 Arthrodesen nach Lokalisationen	195
6.5.8 Nachbehandlung.....	200
Literatur	201
7 Infektionen am neuropathischen Fuß.....	209
<i>Sigurd Kessler, Christoph Volkering, Arthur Grünerbel, Sandra Sommery, Edzard Kessler, Axel Stäbler, Mathias Kaemmerer und Lutz Bader</i>	
7.1 Zusammenfassung.....	211
7.2 Einleitung	211
7.2.1 Vorbemerkung	211
7.2.2 Einstellungen zu Heilungsproblemen beim diabetischen Fuß	212
7.3 Ätiologie und Pathogenese.....	213
7.3.1 Wundarten beim nF	213
7.4 Diagnostik der Weichteilinfektionen am diabetischen Fuß	219
7.4.1 Klinische Diagnostik	219
7.4.2 Labordiagnostik	226
7.4.3 Bildgebung bei Weichteilinfektionen.....	227
7.5 Hygienemaßnahmen bei chronischer Wunde am diabetischen Fuß.....	228
7.5.1 Vorbemerkung	228
7.5.2 Erregerspektrum, MRSA und andere MRE.....	229
7.5.3 MRSA: Risikofaktoren für Besiedelung und Screening-Kriterien.....	229
7.5.4 Ziele der Hygienemaßnahmen bei diabetischem Fuß / chronischer Wunde.....	230
7.5.5 Maßnahmen der Händehygiene	230
7.5.6 Personalschutz/Schutzausrüstung	233
7.5.7 Sonstige Maßnahmen der Hygiene und Infektionsprävention.....	233
7.5.8 Asepsis bei der Wundbehandlung.....	234
7.5.9 Wundreinigung und Antisepsis bei der Wundbehandlung	235
7.5.10 Schluss-Statement.....	236
7.6 Therapie der Infektionen am neuropathischen Fuß	236
7.6.1 Vorbemerkung	236
7.6.2 Nicht-operative Verfahren	237
7.6.3 Operative Verfahren	244
Literatur	253
8 Osteomyelitis am neuropathischen Fuß	259
<i>Sigurd Kessler, Christoph Volkering, Axel Stäbler und Mathias Kaemmerer</i>	
8.1 Zusammenfassung.....	260
8.2 Einleitung	260

8.2.1	Osteomyelitis am Fuß: sehr schwierig oder sehr einfach?	260
8.2.2	Was ist die angemessene Diagnostik?	261
8.2.3	Notwendigkeit der Differenzierung	261
8.2.4	Definition der DFO	261
8.2.5	Vergleich der DFO mit Osteomyelitiden außerhalb des Fußes	262
8.3	Pathogenese der DFO	263
8.3.1	Stadien der DFO	263
8.3.1.1	Allgemein	263
8.3.1.2	DFO-Stadium 1, infiziertes intraossäres Ödem	265
8.3.1.3	DFO-Stadium 2, infizierte Arrosion der Knochenoberfläche	265
8.3.1.4	DFO-Stadium 3, infizierte Knochennekrosen	265
8.3.1.5	Aufrechterhaltung und Ausbreitung der Infektion im Knochen	267
8.3.1.6	Infektsanierung	269
8.3.1.7	Klinische Bedeutung der DFO	269
8.4	Diagnostik der DFO	271
8.4.1	Vorbemerkung	271
8.4.2	Klinische Diagnostik	271
8.4.2.1	DFO ohne vs. mit Drainage	274
8.4.2.2	Differenzialdiagnose	274
8.4.3	Labordiagnostik bei DFO	275
8.4.3.1	Blutwerte	275
8.4.3.2	Bakteriologie	275
8.4.3.3	Patho-Histologie	275
8.4.4	Bildgebung bei der DFO	276
8.4.4.1	Vorbemerkungen	276
8.4.4.2	Röntgenaufnahmen zur Osteomyelitis am diabetischen Fuß	276
8.4.4.3	Computertomografie (CT)	276
8.4.4.4	Magnetresonanztomografie (MRT)	277
8.4.4.5	DFO bei charcotbedingtem Ulkus	277
8.5	Therapie der DFO	280
8.5.1	Allgemeine Aspekte	280
8.5.1.1	Therapieziele	280
8.5.1.2	Grundlagen der Therapieentscheidung (Tab. 8.2)	280
8.5.1.3	Nomenklatur	281
8.5.2	Nonoperative Verfahren	281
8.5.2.1	Antibiotikatherapie	281
8.5.2.2	Schuh- und Orthopädiotechnik	282
8.5.3	Operative Verfahren	283
8.5.3.1	Allgemeine Aspekte	283
8.5.3.2	Chirurgisches Vorgehen	283
8.5.4	Nachbehandlung nach operativer DFO-Behandlung	294
8.6	In Kürze	296
	Literatur	297
9	Amputationen beim diabetischen Fuß	301
	<i>Christoph Volkering, Sigurd Kessler, Thomas Kurtze und Oliver Maier-Börries</i>	
9.1	Zusammenfassung	303

Inhaltsverzeichnis

9.2	Einführung	303
9.3	Grundlagen	304
9.3.1	Indikationsstellung und Anforderungen an die Diagnostik	304
9.3.2	Zeitpunkt der Amputation	304
9.3.3	Allgemeine Prinzipien	305
9.4	Klassifizierung von Amputationen	307
9.5	Spezielle Amputationslehre	308
9.5.1	Zehenamputationen	308
9.5.1.1	Indikation	308
9.5.1.2	Technik	310
9.5.1.3	Nachbehandlung	311
9.5.2	Strahlamputationen	311
9.5.2.1	Indikationen	311
9.5.2.2	Operationstechnik	311
9.5.3	Transmetatarsale Amputation (TMA)	314
9.5.3.1	Indikationen	314
9.5.3.2	Operationstechnik	314
9.5.4	Lisfrancexartikulation	315
9.5.4.1	Operationstechnik	316
9.5.5	Bona-Jäger-Amputation	316
9.5.6	Chopartampputation	317
9.5.6.1	Indikationen	317
9.5.6.2	Operationstechnik	317
9.5.6.3	Komplikationen	318
9.5.7	Pirogoff-Amputation (PA)	318
9.5.7.1	Indikationen	318
9.5.7.2	Kontraindikationen	318
9.5.7.3	Operationstechnik	319
9.5.7.4	Nachbehandlung	320
9.5.8	Syme-Amputation (SA)	320
9.5.8.1	Indikationen	320
9.5.8.2	Operationstechnik	321
9.5.8.3	Komplikationen	321
9.5.8.4	Nachbehandlung	321
9.5.9	Resektionen im Kalkaneus	321
9.5.9.1	Indikationen	322
9.5.9.2	Operationstechnik	322
9.5.9.3	Nachbehandlung	322
9.5.9.4	Komplikationen	322
9.5.10	Unterschenkelamputation (BKA, Below-Knee-Amputation)	322
9.5.10.1	Indikationen	323
9.5.10.2	Kontraindikationen	323
9.5.10.3	Operationstechnik	323
9.5.10.4	Nachbehandlung	325
9.5.10.5	Komplikationen	325
9.6	Schuhtechnische und orthopädietechnische Versorgung nach Amputationen	325
9.6.1	Einführung	325

9.6.2	Schuhtechnische Versorgung von Amputationen der Zehen und im Bereich der Metatarsalia	325
9.6.3	Orthopädiotechnische Versorgung von Amputationen in der sogenannten Grenzzone	327
9.6.4	Orthopädiotechnische Versorgung von Amputationen im Rückfuß.....	327
9.6.4.1	Orthopädiotechnische Versorgung von Exartikulationen im Chopartgelenk	327
9.6.4.2	Orthopädiotechnische Versorgung nach Pirogoff-Amputation	328
9.6.4.3	Orthopädiotechnische Versorgung nach Syme-Amputation.....	329
9.6.5	Schuhtechnische und orthopädiotechnische Versorgung nach Fersenamputation	329
9.6.6	Orthopädiotechnische Versorgung nach Unterschenkelamputation.....	329
9.7	Nachbehandlung nach Amputationen und Rekonstruktionen.....	331
9.7.1	Gesundheit- und Krankenpflege	332
9.7.2	Physiotherapie	333
9.7.3	Ergotherapie	333
9.7.4	Medizinische Trainingstherapie	334
9.7.5	Psychologie	335
9.7.6	Sozialer Dienst	336
9.7.7	Orthopädiotechnik/Rehatechnik.....	336
9.7.8	Medizin	336
9.7.9	Interdisziplinäre Amputationssprechstunde	337
9.8	Nachbehandlung nach Rekonstruktionen.....	337
	Literatur	338
10	Vergütung stationärer Leistungen beim diabetischen Fuß	341
	<i>Frank Schemmann</i>	
10.1	Einführung	342
10.2	Diagnosen (ICD).....	342
10.3	Grenzgebiete der Codierung	343
10.4	Prozeduren (OPS)	344
10.4.1	Wissenswertes zur Prozedurencodierung.....	344
10.4.2	Diagnosis Related Groups (DRG)	345
10.4.3	Besonderheiten beim DFS	345
10.4.4	Arthrodesen an der Fußwurzel und am Sprunggelenk	346
10.4.5	Eingriffe am Vorfuß	347
10.4.6	Majoramputationen – DFS.....	347
10.4.7	„Innere Amputationen“	349
10.4.8	Komplexe Rekonstruktionen.....	350
10.4.9	In Kürze	350
	Literatur	350
	Serviceteil	
	Stichwortverzeichnis.....	353

Autorenverzeichnis

Lutz Bader Dr. Kassenärztliche Vereinigung Bayerns, München, Deutschland

Manuel Dafotakis PD Dr. Neurologische Klinik Universitätsklinik Aachen, Aachen, Deutschland
mdafotakis@ukaachen.de

Maike Dohrn Dr. Neurologische Klinik Universitätsklinik Aachen, Aachen, Deutschland
mdohrn@ukaachen.de

Daniela Grichting KÖRPERWERK, Küblis, Schweiz
daniela@hyop.ch

Reto Grichting KÖRPERWERK, Küblis, Schweiz
reto@hyop.ch

Arthur Grünerbel Dr. Diabeteszentrum München Süd, München, Deutschland
gruenerbel@diabeteszentrum-muenchen-sued.de

Mathias Kaemmerer Dr. Radiologie München-Harlaching, München, Deutschland

Edzard Kessler Dr. Orthopädie Osterstraße, Hamburg, Deutschland
kessler@muehlen-praxis.de

Sigurd Kessler Prof. Dr. ORTHOEVO, München, Deutschland
skessler@orthoevo.de

Peter Kuhlencordt PD Dr. Internistische Gemeinschaftspraxis Fontenay, Hamburg, Deutschland
pk@kuhlencordt.health

Thomas Kurtze Orthopädietechnik Kurtze, München, Deutschland
info@kurtze.de

Franz-Peter Lenhart Dr. Schön Klinik München Harlaching, München, Deutschland
fplenhardt@schoen-klinik.de

Oliver Maier-Börries Dr. AOK Klinik, Wittnau, Deutschland
dr.maier-boerries@aok-klinik-gmbh.de
o.maier-boerries@cts-reha-bw.de

Michael Möller Seeßle Fußgesund, München, Deutschland

Bastian Priegelmeir Podologie Prieglmeier, Schwabmünden, Deutschland

Johannes Rieger PD Dr. Krankenhaus Barmherzige Brüder, München, Deutschland
johannes.rieger@barmherzige-muenchen.de

Patrick Rosin Dr. Schön Klinik München Harlaching, München, Deutschland
prosin@schoen-klinik.de

Mojtaba Sadeghi Dr. Abteilung für Gefäßchirurgie und Phlebologie, Klinikum Landkreis Erding, Erding, Deutschland
mojtaba.sadeghi@klinikum-erding.de

Frank Schemmann Dr. Zentrum für orthopädische Chirurgie OC-Boxberg, Neunkirchen, Deutschland
Frank.Schemmann@helios-gesundheit.de

Claus-Georg Schmedt PD Dr. Diakoneo DIAK Klinikum Schwäbisch Hall, Schwäbisch-Hall, Deutschland
Claus-Georg.Schmedt@diakoneo.de

Georg Seeßle Seeßle Fußgesund, Erding, Deutschland
georg.seessle@fussgesund.info

Markus Seeßle Seeßle Fußgesund, Erding, Deutschland
markus.seessle@fussgesund.info

Sandra Sommerey Dr. Chirurgisches Klinikum München Süd, München, Deutschland
Sandra.Sommerey@artemed.de

Axel Stäbler Prof. Dr. Radiologie München-Harlaching, München, Deutschland
info@radiologie-muenchen-harlaching.de

Bernd Steckmeier Prof. Dr. Praxis für Gefäßmedizin Schwabing, München, Deutschland
bernd.steckmeier@med.uni-muenchen.de

Stephanie Steckmeier Dr. Ludwig-Maximilians-Universität München, Klinik und Poliklinik für Dermatologie und Allergologie, München, Deutschland
Privatambulanz.Derma@med.uni-muenchen.de

Ruth Trenkler Podologie Trenkler-Kouba, Regensburg, Deutschland
info@ruth-trenkler.de

Christoph Volkering Dr. ORTHOEVO, München, Deutschland
volkering@orthoevo.de

Abkürzungsverzeichnis

ABI	Ankle brachial index (Knöchel-Arm-Index)	I	Indikation
A-DFS	Association of Diabetic Foot Surgery	ICD	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems (System zur Klassifizierung von Diagnosen)
adp	Arteria dorsalis pedis	Inst.	Instabilität
af	Arteria fibularis	IPG	Interphalangealgelenk, Endgelenk der Großzehe
aF	angiopathischer Fuß	IV	integrierte Versorgung
AG Fuß	Arbeitsgemeinschaft Diabetischer Fuß der Deutschen Diabetes Gesellschaft	KF	Kleinfragment
AOFAS	American Orthopedic Foot Society	KI	Kontraindikation
ata	Arteria tibialis anterior	KZ	Krallenzehe
atp	Arteria tibialis posterior	IWGDF	International Working Group on the Diabetic Foot
AS	Achillessehne	MFK	Mittelfußknochen
ASV	Achillessehnenverlängerung	MIS	Minimal invasive surgery (minimal invasive Chirurgie)
AU	Arbeitsunfähigkeit	MF	Mittelfuß, wir benutzen den Ausdruck entsprechend „midfoot“ der AOFAS also für die Region um die distalen Tarsalknochen.
BV	Bildverstärker	MRT	Magnetresonanztomographie
CF	Charcotfuß	MT	Metatarsale
CFes	Charcotfußes	MTK	Metatarsale-Kopf
DaF	Diabetes-adaptierte Fußbettung	MTPG	Metatarsophalangealgelenk, Grundgelenk
DD	Differenzialdiagnose	nF	neuropathischer Fuß
DDG	Deutsche Diabetes Gesellschaft	nOP	neuropathische Osteopathie
dCF	diabetischer Charcotfuß	NPWT	Negative pressure wound therapy, Unterdruckbehandlung von Wunden
dF	diabetischer Fuß	OB	Osteoblasten
DIPG	distales Interphalangealgelenk, Endgelenk	OK	Osteoklasten
dPNP	diabetische Polyneuropathie	OM	Osteomyelitis
dp	dorso-plantar (bei Röntgenaufnahme)	OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
EBM	Evidence based medicine	OpT	Operationstechnik
EHL	Extensor hallucis longus	PAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
FDB	Flexor digitorum brevis	PIP	proximales Interphalangealgelenk, Mittelgelenk
FDL	Flexor digitorum longus		
FHL	Flexor hallucis longus		
FS	Fehlstellung		
GF	Großfragment		
GOP	Gebührenordnungsposition		
HZ	Hammerzehe		

pnF	peripher neuropathischer Fuß	uK	umfassende Klassifikation des neuropathischen Fußes unter Einschluss der präulzerösen Risikostadien und der Stadien mit systemischer Infektion
PNP	Polyneuropathie		
RCT	Randomized controlled trial, randomisierte, kontrollierte Studie		
RA	Röntgenaufnahme	V.a.	Verdacht auf
Rückfuß	Wir benutzen dem Ausdruck entsprechend „rearfoot“ der AOFAS, also für die Region um den Talus und den Calcaneus	Vorfuß	Wir benutzen dem Ausdruck entsprechend „forefoot“ der AOFAS, also für die Region der Zehen und Metatarsalia
sKMÖ	spontanes Knochenmarksödem	WT	Weichteile
TCC	Total contact cast	WTI	Weichteilinfektion
TMT	tarso-metatarsal	WTS	Weichteilschaden