Diabetologie und Stoffwechsel

Supplement

S2

Oktober 2021
Seite S91–S434
16. Jahrgang

PRAXISEMPFEHLUNGEN DDG

CLINICAL PRACTICE RECOMMENDATIONS

Praxisempfehlungen der Deutschen Diabetes Gesellschaft

Herausgegeben von
M. Kellerer
im Auftrag der DDG

- **Aktualisierte Version 2021**

This journal is listed in Science Citation Index, EMBASE and SCOPUS

Offizielles Organ der Deutschen Diabetes Gesellschaft

DDG Deutsche Diabetes Gesellschaft

Thieme

Thieme

Diabetisches Fußsyndrom

Autoren

Stephan Morbach[1], Michael Eckhard[2], Ralf Lobmann[3], Eckhard Müller[4], Heinrich Reike[5], Alexander Risse[6], Gerhard Rümenapf[7], Maximilian Spraul[8]

Institute

1 Abteilung für Diabetologie und Angiologie, Marienkrankenhaus gGmbH, Soest
2 Universitäres Diabeteszentrum und Interdisziplinäres Zentrum Diabetischer Fuß Mittelhessen, Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH, Standort Gießen und GZW Diabetesklinik Bad Nauheim
3 Klinik für Endokrinologie, Diabetologie und Geriatrie, Klinikum Stuttgart, Standort Bad Cannstatt
4 Schwerpunktpraxis für Diabetologie und Nephrologie, KfH-Nierenzentrum, Bernkastel-Kues
5 Dortmund
6 Diabeteszentrum am Sophie-Charlotte-Platz, Berlin
7 Oberrheinisches Gefäßzentrum, Klinik für Gefäßchirurgie, Diakonissen-Stiftungs-Krankenhaus, Speyer
8 Diabetes Schwerpunktpraxis, Rheine

Bibliografie

Diabetologie 2021; 16 (Suppl 2): S362–S372

DOI 10.1055/a-1515-9222

ISSN 1861-9002

© 2021. Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart, Germany

Zitierweise für diesen Artikel Diabetologie 2021; 16 (Suppl 2): S362–S372. DOI:10.1055/a-1515-9222

Dieser Beitrag ist eine aktualisierte Version und ersetzt den folgenden Artikel: Morbach S, Lobmann R, Eckhard M, et al. Diabetisches Fußsyndrom. Diabetologie 2020; 15 (Suppl 1): S206–S215. DOI:10.1055/a-1194-1790

Korrespondenzadresse

Dr. med. Stephan Morbach
Marienkrankenhaus gGmbH
Abteilung Diabetologie und Angiologie, Widumgasse 5, 59494 Soest, Deutschland
s.morbach@hospitalverbund.de

Dr. med. Michael Eckhard
Universitäres Diabeteszentrum und Interdisziplinäres Zentrum Diabetischer Fuß Mittelhessen
Medizinische Klinik und Poliklinik III
Universitätsklinikum Giessen und Marburg GmbH, Standort Giessen, Klinikstraße 33, 35392 Giessen, Deutschland
michael.eckhard@innere.med.uni-giessen.de

Aktualisierungshinweis

Die DDG-Praxisempfehlungen werden regelmäßig zur zweiten Jahreshälfte aktualisiert. Bitte stellen Sie sicher, dass Sie jeweils die neueste Version lesen und zitieren.

INHALTLICHE ÄNDERUNGEN GEGENÜBER DER VORJAHRESFASSUNG

Änderung 1: Zweitmeinung vor Amputation bei DFS
Begründung: Verpflichtung zur Aufklärung über das Recht zur Einholung einer qualifizierten ärztlichen Zweitmeinung
Stützende Quellenangabe: [13]

Definition

Unter diabetischem Fußsyndrom versteht man alle pathologischen Veränderungen am Fuß eines Menschen mit Diabetes mellitus. Dazu zählen auch „präulzeröse“ Läsionen wie z. B. abnorme Hornhautschwielen. Ulzera oder Nekrosen entwickeln sich meist als Folge von repetitiver Traumatisierung bei eingeschränktem Druck- und Schmerzempfinden im Rahmen einer diabetischen Polyneuropathie (z. B. als hohe Druck- und Scherkraftbelastung, insbesondere bei Fuß- und Zehendeformitäten). In Deutschland liegt zudem bei mehr als 50 % der Fälle eine relevante periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK) vor, deren Symptomatik (Claudicatio, Ruheschmerzen) häufig durch die Polyneuropathie verdeckt ist.

▶ **Tab. 1** Kontrollintervalle des Fußbefundes in Abhängigkeit vom individuellen Risikostatus.

Risikokategorie	Risikoprofil	Untersuchung
0	keine periphere Neuropathie	1 × jährlich
1	periphere Neuropathie	1 × alle 6 Monate
2	periphere Neuropathie mit pAVK und/oder Fußdeformität	alle 3–6 Monate (Spezialist)
3	periphere Neuropathie und Ulkus oder Amputation in der Vorgeschichte	alle 1–3 Monate (Spezialist)

Epidemiologie

Bedeutendste Manifestationen diabetischer Fußprobleme sind Ulzerationen, deformierende Veränderungen des Fußskeletts („Charcot-Fuß“) und Amputationen.

Die jährliche Neuerkrankungsrate für ein akutes diabetisches Fußsyndrom (DFS) liegt bei ca. 2 %. Die Wahrscheinlichkeit eines DFS für die gesamte Lebensdauer eines Menschen mit Diabetes beträgt 19–34 %.

Nachdem Deutschland hinsichtlich der Amputationszahlen lange Jahre europaweit im oberen Bereich lag, zeigt eine aktuelle große landesweite Studie einen Rückgang von Major- und Minoramputationen in der diabetischen verglichen mit der nichtdiabetischen Population. Das Ergebnis dieser Untersuchung bestätigt damit einen positiven Trend, der in den vergangenen Jahren bereits in kleineren und regionalen Studien beobachtet worden war [1]. 65–70 % aller Amputationen werden auch heute noch bei Patienten mit Diabetes mellitus durchgeführt.

Risikofaktoren

Fußläsionen oder erworbene Fußdeformitäten bei Menschen mit Diabetes sind das Ergebnis eines multifaktoriellen Geschehens mit folgenden wesentlichen Kausalfaktoren:

- Neuropathie (sensorisch, motorisch, autonom)
- periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK)
- eingeschränkte Gelenkmobilität (Limited Joint Mobility, LJM)
- Druckfehlbelastungen (z. B. durch ungeeignetes Schuhwerk, Fuß- und/oder Zehendeformitäten, Adipositas)
- Hornhautschwielenbildung als Zeichen einer solchen Druckfehlbelastung
- biopsychosoziale Faktoren (z. B. Depression, Vernachlässigung, Krankheitsüberzeugungen, fehlende soziale Unterstützung)

Untersuchung

Bei allen Menschen mit Diabetes sollten Füße und Schuhwerk regelmäßig untersucht werden (▶ **Tab. 1**).

Zu jeder Fußuntersuchung, die integraler Bestandteil der Kontrollen im Rahmen der entsprechenden Disease-Management-Programme (DMP) für Typ-1- und Typ-2-Diabetes ist, gehören mindestens folgende Punkte:

- gezielte Anamnese (brennende oder stechende Schmerzen, Parästhesien, Taubheitsempfinden, Fehlen jeglicher Empfindung),
- beidseitige Fußuntersuchung: Hautstatus (Integrität, Turgor, Schweißbildung, Schwielen), Muskulatur, Deformitäten, Beweglichkeit, Hauttemperatur etc. und
- Prüfen der Drucksensibilität mit dem 10-g-Monofilament und/oder Prüfen der Vibrationsempfindung mit der Rydell-Seiffer-Stimmgabel, Palpation der Fußpulse (A. tibialis posterior, A. dorsalis pedis).

Druckempfinden

Das Filament wird mit leichtem Druck aufgesetzt, sodass es sich leicht biegt; dabei wird ein Druck von 10 g erzeugt. Wird dieser nicht mehr wahrgenommen, ist das Druckempfinden bereits erheblich eingeschränkt und damit auch die natürliche Schutzfunktion nicht mehr verlässlich. Ungeeignet für die Testung sind stark überhornte oder vernarbte Stellen.

Fußpulse

Das Auffinden der Fußpulse durch Tasten hängt von der Raumtemperatur ab. Bei nicht tastbaren Pulsen an den Füßen sollen obligat die Pulse der A. poplitea und der A. femoralis untersucht werden. Tastbare Fußpulse schließen eine pAVK nicht aus! Weitere Untersuchungen (s. evidenzbasierte Leitlinie „Diagnostik, Therapie, Verlaufskontrolle und Prävention des diabetischen Fußsyndroms“ der DDG, www.AWMF.de).

- Messung des arteriellen Verschlussdrucks über der A. dorsalis pedis und der A. tibialis posterior,
- Bestimmung des Knöchel-Arm-Index (ABI) sowie
- besser: Bestimmung des Zehen-Arm-Index (TBI).

pAVK

Die gewohnten Symptome der pAVK (Claudicatio intermittens, Ruheschmerz, pathologische Hauttemperatur und -farbe) fehlen häufig bei einer gleichzeitig bestehenden Neuropathie. Das Ausmaß der Gefährdung wird daher unterschätzt. Bei Vorliegen einer autonomen Neuropathie mit assoziierter Mediasklerose und dadurch bedingter Inkompressibilität der Unterschenkel- und Fußarterien ist der ABI als Screeningmethode nur sehr eingeschränkt verwertbar. Die zuverlässigste Kombination von Befunden zum Ausschluss einer relevanten pAVK beim DFS sind ein Zehen-Arm-Index ≥ 0,75 und der Nachweis von triphasischen Dopplerflusssignalen [9]. Der weitere Untersuchungsgang umfasst neben der farbkodierten Duplexsonografie (FKDS) die Kernspinangiografie (MRA) der Becken- und Beingefäße sowie ggf. die digitale Subtraktionsangiografie (DSA) in Interventionsbereitschaft. Vor und nach der Angiografie ist zur Vermeidung einer Kontrastmittelnephropathie auf eine adäquate Hydrierung zu achten. Bei Vorliegen einer Niereninsuffizienz sollte die MRA nur unter Abwägung von Nutzen und potenziellem Risiko (gering!) einer durch Gadolinium induzierten systemischen Fibrose nach Einzelfallentscheidung durchgeführt werden. In diesen Fällen besteht die Möglichkeit der DSA unter Verwendung

Stammdaten

Fuß-Dokumentationsbogen der AG-Fuß in der DDG

Einrichtung:

Hausarzt: .....
.....
Überw.Arzt:.....

Anamnese:

wichtige Dauerdiagnosen : :

....
....

frühere Fuß-Läsionen (Jahr) O keine **Fuß-Operationen (Jahr)** O keine

....
....

Antibiotische Vorbehandlung: O nein O ja ..... MRSA ... O z. Zeit O früher schon mal....

Bisherige Schuhversorgung:
O keine spezielle O Schutzschuh O Maßschuh O Weichpolstereinlage O DAF
O Entlastungsschuh
O Versorgung ist suffizient O Versorgung ist insuffizient, weil .....

Angiologie:

pAVK vorhanden o nein o ja o kritische Ischämie: o nein o ja

Bypass (von ...auf)	re	li
PTA	re	li

Pulsstatus	rechts	links	Angiographie rechts	links
A. femoralis				
A. poplitea				
A. dorsalis pedis				
A. tibials posterior				
Claudikatio				

Doppler/Duplexbefund letzter Doppler/Duplex am .....

Verschlussdruck [mmHg]							Strömungsprofile	
	rechts			links			rechts	links
A. brachialis								
A. poplitea								
A. dorsalis pedis								
A. tib. posterior								
A. fibularis								
DI/cm (Pole Test) Doppl.geräusch	o O	o 50	o 70	o O	o 50	o 70	sonstiges: (z.B. $TcPO_2$)	

Chronisch venöse Insuffizienz	rechts	links
CVI Grad/PTS		

▶ **Abb. 1a** Fuß-Dokumentationsbogen – Seite 1. Quelle: AG Fuß der DDG.

Morbach S et al. Diabetisches Fußsyndrom... Diabetologie 2021; 16 (Suppl 2): S362–S372 | © 2021. Thieme. All rights reserved.

Fußbefund: vom ..... O keine Läsion

Läsionsalter: ..... O Rezidiv Rezidivfreie Zeit ..... Monate

Läsion: mutmaßlicher Auslöser .....

Lokalisation/Beschreibung/Größe

rechts O Foto	**Links** O Foto

Wundheilungs stadium														
Ausdehnung nach Wagner Armstrong		0	1	2	3	4	5		0	1	2	3	4	5
	A							A						
	B							B						
	C							C						
	D							D						
PEDIS	P	E	D	I	S			P	E	D	I	S		
DOAP														
Sanders														
Levin														

Deformitäten: O keine

	rechts	**links**
Hallux valgus		
Krallen-/Hammer-/Reiterzehen		
sonstige		

Limited joint mobility O keine

Hallux limitus		
Morbus Ledderhose		
sonstige		

Neurologie: PNP mit Sensibilitätsverlust vorhanden O nein O ja

	Rechts			Links		
Vibration [x/8]	D1	Mall	Tib	D1	Mall	Tib
ASR auslösbar	nicht.	schwach	gut	nicht.	schwach	gut
10g Sem. Weinstein Filament	MFK1	MFK 5	D1	MFK1	MFK5	D1
Neuropathie Symptome (Score)						
Sonstiges						

Diagnosen /:

.....
.....
.....
.....
.....

Datum: .....Unterschrift:.....

▶ **Abb. 1b** Fuß-Dokumentationsbogen – Seite 2. Quelle: AG Fuß der DDG.

von CO_2 zur Kontrastgebung. Die computertomografische Angiografie (CTA) eignet sich bei Menschen mit Diabetes aufgrund des hohen Kontrastmittelbedarfs und der geringen Trennschärfe zwischen Gefäßlumen und Kalkplaques gerade der Unterschenkelarterien nicht. Alle nationalen/internationalen Leitlinien sehen eindeutig vor, dass bei einer Gefäßbeteiligung diese Minderdurchblutung wieder zu korrigieren ist, idealerweise mittels minimalinvasiver Verfahren (PTA) oder gefäßchirurgisch. Wenn beides nicht

▶ **Tab. 2** Klassifikation nach Wagner.

Wagner-Grad	Ausmaß	Maßnahme
0	keine Läsion, ggf. Fußdeformation oder Zellulitis	regelmäßige Kontrolle der Füße
1	oberflächliche Ulzeration	im Vordergrund stehen Druckentlastung und lokale Wundbehandlung
2	tiefes Ulkus bis zur Gelenkkapsel, zu Sehnen oder zur Kapsel	im Vordergrund stehen Druckentlastung und lokale Wundbehandlung
3	tiefes Ulkus mit Abszedierung, Osteomyelitis, Infektion der Gelenkkapsel	Infektionskontrolle; unter systemischer Antibiose und konsequenter Druckentlastung kommt es meist zur Ausheilung kleinerer osteomyelitischer Herde, größere Herde müssen in der Regel reseziert werden; die Röntgenkontrolle hinkt dem tatsächlichen Zustand des Knochens etwas hinterher; bei klinisch gebessertem Befund kann man die Fortsetzung der Antibiose zusätzlich von Entzündungszeichen im Blut abhängig machen; normalerweise benötigen selbst kleinere Prozesse eine Antibiose von 6 und mehr Wochen Dauer
4	begrenzte Nekrose im Vorfuß- oder Fersenbereich	in der Behandlung geht es vor allem darum, die Amputationsgrenze möglichst distal zu halten und eine aufsteigende Infektion zu verhindern; bei pAVK sollte vor jeder Amputation angiografiert werden
5	Nekrose des gesamten Fußes	in der Behandlung geht es vor allem darum, die Amputationsgrenze möglichst distal zu halten und eine aufsteigende Infektion zu verhindern; bei pAVK sollte vor jeder Amputation angiografiert werden

▶ **Tab. 3** Wagner-Armstrong-Klassifikation. Beschreibungsmöglichkeiten des diabetischen Fußsyndroms mittels der kombinierten Wagner-Armstrong-Klassifikation.

Wagner-Grad	0	1	2	3	4	5
Armstrong-Stadium						
A	prä- oder postulzeröser Fuß	oberflächliche Wunde	Wunde bis zur Ebene von Sehnen oder Kapsel	Wunde bis zur Ebene von Knochen und Gelenken	Nekrose von Fußteilen	Nekrose des gesamten Fußes
B	mit Infektion	mit Infektion	mit Infektion	mit Infektion	mit Infektion	mit Infektion
C	mit Ischämie	mit Ischämie	mit Ischämie	mit Ischämie	mit Ischämie	mit Ischämie
D	mit Infektion und Ischämie	mit Infektion und Ischämie	mit Infektion und Ischämie	mit Infektion und Ischämie	mit Infektion und Ischämie	mit Infektion und Ischämie

mehr möglich ist („nicht rekonstruierbare Extremität“, „no-option“), werden viele alternative Methoden zur vermeintlichen Verbesserung der arteriellen Perfusion angeboten und oft auch angewendet, ohne dass es dafür einen Beleg der Wirksamkeit gäbe. Dazu zählt auch die hyperbare Sauerstofftherapie [2, 3].

Good Clinical Practice beim diabetischen Fußsyndrom bedeutet stets das Beschreiten interdisziplinärer und multiprofessioneller Behandlungspfade. Diese umfassen mindestens die abgestimmte Kombination von Wunddebridement, Infektbehandlung, stadiengerechtem Wundmanagement, zielführender Druckentlastung sowie arteriell revaskularisierenden und chirurgischen Maßnahmen.

Wird bei einem Patienten eine Läsion im Sinne eines diabetischen Fußsyndroms diagnostiziert, sollte diese nach dem Ausmaß der Gewebezerstörung und dem Vorliegen einer Infektion und/oder Ischämie klassifiziert werden (Klassifikation nach Wagner, kombinierte Wagner-Armstrong-Klassifikation) (▶ **Abb. 1a, b**, ▶ **Tab. 2, 3**).

Behandlung

Nur durch ein multidisziplinäres, multiprofessionelles und transsektorales Vorgehen bei der Behandlung von Fußulzera kann die Häufigkeit von Amputationen bedeutend gesenkt werden. Wesentliche Komponenten der Behandlung diabetischer Fußulzera sind:

- Stoffwechseloptimierung und Behandlung internistischer Grunderkrankungen,
- Infektionskontrolle,
- Debridement avitaler Gewebeanteile,
- effektive Druckentlastung,
- stadiengerechte lokale Wundbehandlung,

▶ **Tab. 4** Klinische Klassifikation von Fußinfektionen. Datenquelle: [4, 5].

klinische Manifestierung der Infektion	Infektionsschwere	PEDIS-Grad
Wunde ohne Eiterung oder Anzeichen von Entzündung	nicht infiziert	1
Vorhandensein von ≥ 2 Entzündungszeichen (Eiterung, Rötung, (Druck-)Schmerz, Überwärmung oder Verhärtung), aber jedes Entzündungszeichen ≤ 2 cm um das Ulkus; Infektion ist auf die Haut oder das oberflächliche subkutane Gewebe beschränkt; keine anderen örtlichen Komplikationen oder systemischen Erkrankungen	leicht	2
Infektion (wie oben) bei einem Patienten, der systemisch gesund und stoffwechselstabil ist, aber ≥ 1 der folgenden Charakteristiken aufweist: Entzündungszeichen erstrecken sich > 2 cm um das Ulkus, Lymphangitis, Ausbreitung unter die oberflächliche Faszie, Abszess im tiefen Gewebe, Gangrän und Ausdehnung auf Muskel, Sehne, Gelenk oder Knochen	moderat	3
Infektion bei einem Patienten mit systemischen Infektionszeichen oder instabilem Kreislauf (z. B. Fieber, Schüttelfrost, Tachykardie, Hypotonie, Verwirrtheit, Erbrechen, Leukozytose, Azidose, schwere Hyperglykämie oder Azotämie)	schwer	4

Das Vorhandensein einer kritischen Ischämie verschiebt den Schweregrad der Infektion (im Hinblick auf die Prognose) in Richtung „schwer“, kann jedoch die klinischen Zeichen der Infektion abmindern. PEDIS = „Perfusion“ (Perfusion), „Extent/Size“ (Ausmaß/Größe), „Depth/tissue loss“ (Tiefe/Gewebeverlust), „Infection“ (Infektion) und „Sensation“ (Sinnesempfindung).

- Therapie von Gefäßerkrankungen,
- fußchirurgische Korrektur von Deformitäten und/oder Fehlstellungen sowie
- Patientenschulung.

Stoffwechseloptimierung und Behandlung internistischer Grunderkrankungen

Zur Optimierung der Immunkompetenz, zur Verbesserung der Hämorheologie und damit der Mikrozirkulation sowie zur Verhinderung fortschreitender pathologischer Glykierung ist eine Stoffwechseloptimierung unabdingbar. Begleiterkrankungen, die die

- Immunkompetenz,
- Hämoperfusion oder
- Gewebsoxigenierung

beeinträchtigen, sollten angemessen therapiert werden.

Infektion

Die Diagnose einer Infektion wird klinisch bei Vorliegen systemischer oder lokaler Zeichen gestellt. Das Ausmaß einer Infektion beim diabetischen Fußsyndrom wird in leicht, moderat und schwer sowie lebensbedrohlich oder nicht lebensbedrohlich eingestuft (▶ **Tab. 4**). Die stationäre Aufnahme ist bei schwerer (ggf. auch bei moderater) Infektion indiziert (Maßnahmen: ausreichende Flüssigkeitszufuhr, Stoffwechselkontrolle, kalkulierte, wenn möglich gezielte antibiotische Therapie, Drainage, vollständige Druckentlastung, ggf. weitere chirurgische Maßnahmen). Die Infektion mit multiresistenten Keimen verschlechtert die Prognose. Unbedingt sind Infektionen von Kolonisation und Kontamination abzugrenzen. Zur Vermeidung von Resistenzentwicklungen sollte nach den Kriterien der Antibiotic Stewardship (ABS) behandelt werden: die richtige Indikation, das richtige Medikament (gezielte kulturgesteuerte Gabe), die richtige Applikationsform, die richtige Dosis. Bei Patienten mit chronisch rezidivierenden Fußläsionen oder rezidivierenden Gaben von Antibiotika wird das Führen eines Antibiotikapasses empfohlen [9].

Wunddebridement

Das Wunddebridement ist bedeutsam für die Wirksamkeit sonstiger Behandlungsmaßnahmen.

- Mechanisches Debridement (z. B. mittels Schere, Skalpells, scharfen Löffels, Curette, Ultraschalls): Entfernung nekrotischer Beläge im Wundbett, ggf. Debridement der Wundränder. Vor Durchführung des Debridements sollte eine ausreichende arterielle Perfusion sichergestellt sein. Eine Narkose ist aufgrund der Neuropathie selten notwendig; streng aseptische Bedingungen sind aufgrund der bestehenden Keimbesiedlung in der Regel nicht erforderlich.
- Biomechanisches Debridement: Verflüssigung von Wundbelägen und nekrotischem Gewebe durch Proteasen im Madensekret (Fliegenlarven).

Druckentlastung

Prinzipiell muss allen Beteiligten (Patienten, Angehörigen, Behandler) klar sein, dass der alltagstauglichen effektiven Druck- und Scherkraftentlastung eine essenzielle Bedeutung zukommt. Gleichzeitig stellt dies aufgrund des meist vorhandenen Verlusts schützender Warnmechanismen („Loss of protective sensation“, LOPS) eine wiederkehrende Herausforderung dar. Nach den aktuellen Empfehlungen der International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF) sollten die nachfolgenden Maßnahmen zu einer effektiven Druckentlastung in Betracht gezogen werden [9]:

1. Mittel der Wahl bei neuropathischem plantarem Ulkus: TCC, nicht abnehmbar, kniehoch oder Walker, der nicht abnehmbar gemacht wird.
2. Wenn für die Maßnahmen aus 1. Kontraindikationen vorliegen oder diese vom Patienten nicht toleriert werden, dann ersatz-

▶ **Tab. 5** Verlaufsstadien der DNOAP nach Levin.

Stadium	klinische Zeichen
I	(akutes Stadium): Fuß gerötet, geschwollen, überwärmt (Röntgenbild ggf. noch normal)
II	Knochen- und Gelenkveränderungen, Frakturen
III	Fußdeformität: Plattfuß, später Wiegefuß infolge Frakturen und Gelenkzerstörungen
IV	Fußläsion plantar

weise knöchelhohes Hilfsmittel. Immer wieder Aufklärung des Patienten über die Bedeutung, das Hilfsmittel auch zu tragen.

3. Wenn andere Optionen zur biomechanischen Entlastung nicht verfügbar sind/nicht funktionieren, dann Filzen erwägen, aber immer zusammen mit geeignetem Schuhwerk.
4. Bei nichtplantaren Ulzerationen abnehmbare knöchelhohe Hilfsmittel, Schuh-Zurichtungen etc.
5. Erwäge chirurgische Maßnahmen zur Druckentlastung (z. B. Tenotomien, Stellungskorrekturen, (Pseudo-)Exostosenabtragung, Achillessehnenverlängerung)!
   Zur effektiven Druckentlastung ist zudem die regelmäßige Entfernung von Hornhautschwielen (Kallus) obligat.

Lokale Wundbehandlung

Bei chronischen, nichtischämischen Wunden gelten die Regeln der stadienorientierten Wundbehandlung (Flüssigkeits- und Temperaturmanagement). Die Wundoberfläche ist bei jedem Verbandwechsel gründlich zu reinigen. Die Auswahl der Wundauflage im individuellen Fall sollte anhand der Wundausdehnung, der Exsudatmenge, des Vorliegens oder Fehlens von Infektionszeichen, der vorliegenden Evidenz [6–10] sowie anhand von Kosteneffektivitätskriterien getroffen werden.

Therapie von Gefäßerkrankungen

Liegt eine pAVK vor, ist bei nicht heilenden Fußläsionen oder Amputationsgefahr die Indikation zu Revaskularisationseingriffen (operative oder endoluminale Verfahren) aggressiv zu stellen. Ohne ausreichende Durchblutung ist eine Wundheilung nicht zu erwarten. Insbesondere muss die Möglichkeit der arteriellen Revaskularisation erwogen werden, wenn eine Fußläsion trotz maximaler wundtherapeutischer Bemühungen innerhalb von 4 Wochen keine Heilungstendenz zeigt [9].

Gefäßchirurgische und endovaskuläre Eingriffe ergänzen sich. Ihr Einsatz ist abhängig vom Verteilungsmuster der pAVK, von der Länge der Gefäßverschlüsse und der Expertise und der apparativen Ausstattung des Behandlers sowie vom Vorhandensein einer geeigneten epifaszialen Beinvene als Bypassmaterial. In den meisten Fällen sollte der perkutanen transluminalen Angioplastie (PTA) dabei zunächst der Vorzug gegeben werden, sofern beide Revaskularisationsverfahren technisch verfügbar sind [11].

▶ **Tab. 6** Lokalisationsmuster der DNOAP nach Sanders.

Typ	betroffene Strukturen
I	Interphalangealgelenke, Metatarsophalangealgelenke, Metatarsalia
II	Tarsometatarsalgelenke
III	navikulokuneiforme Gelenke, Talonavikulargelenk, Kalkaneokuboidgelenk
IV	Sprunggelenke
V	Kalkaneus

Schulung

Die Schulung von Patienten mit dem Ziel der Ulkusprävention ist möglicherweise eine vor allem kurzfristig wirksame Interventionsmöglichkeit zur Reduktion der Ulkusrate und von Amputationen. Einer wiederholten Instruktion der Betreuer kommt eine ebenso bedeutsame Rolle zu.

Amputation

Ist eine Amputation unumgänglich, soll das Amputationsausmaß so gering wie möglich gewählt werden, um gewichtstragende Areale zu erhalten und so, dass eine bestmögliche Funktionalität erhalten wird. Vor jeder Amputation muss eine aussagefähige Gefäßdiagnostik durchgeführt und die Notwendigkeit einer Revaskularisation geprüft werden. Eine Majoramputation (Amputation oberhalb des Sprunggelenks) als primäre Behandlungsmaßnahme ist nur selten indiziert. Seit Mai 2021 ist die Zweitmeinung vor Amputation bei DFS offiziell in die Richtlinie zum Zweitmeinungsverfahren aufgenommen worden. Mit der Verpflichtung zur Aufklärung über das Recht zur Einholung einer qualifizierten ärztlichen Zweitmeinung im Rahmen der Regelversorgung der GKV erfährt eine der wesentlichen Forderungen der Oppenheimer Erklärung bei Gründung der Arbeitsgemeinschaft Diabetischer Fuß in der DDG von 1993 eine offizielle und rechtliche Grundlage. Alle in dieser Thematik engagierten Berufsgruppen wie Allgemeinmediziner, Angiologen, Chirurgen, Dermatologen, Diabetologen, Gefäßchirurgen, Internisten, Orthopäden, Unfallchirurgen und auch Orthopädieschuhmachermeister und Podologen, die sich für den Fuß- und Extremitätenerhalt in interdisziplinären Versorgungsstrukturen einsetzen, sollten frühzeitig in das Zweitmeinungsverfahren vor Amputation bei Patienten mit diabetischem Fuß-Syndrom eingebunden werden (13). Für die Suche nach erfahrenen und kompetenten Ärzten wird auch nach offizieller Lesart auf zertifizierte Fußbehandlungseinrichtungen der AG Fuß in der DDG verwiesen (www.ag-fuss-ddg.de).

Diabetische Neuro-Osteo-Arthropathie (DNOAP) (sog. „Charcot-Fuß“)

Die DNOAP geht mit einer Destruktion einzelner oder multipler Gelenke und/oder Knochen einher (Einteilung nach Verlaufsstadium und Lokalisationsmuster: ▶ **Tab. 5, 6**). Neben der obligaten Neuropathie (unabhängig von ihrer Genese) sind insbeson-

Morbach S et al. Diabetisches Fußsyndrom… Diabetologie 2021; 16 (Suppl 2): S362–S372 | © 2021. Thieme. All rights reserved.

dere wiederholte unbemerkte Traumata ursächlich für die Entstehung. Prognostisch entscheidend ist die Diagnosestellung, frühzeitig in der akuten Phase der Erkrankung („aktiver Charcot-Fuß"). Zur Erkennung und Differenzierung dieses Frühstadiums der DNOAP (sog. „Stadium 0 nach Chantelau/Edmonds") reicht das Nativröntgen des Fußes in 2 Ebenen nicht aus. In der Regel ist die MRT neben der klinischen Untersuchung inklusive Bestimmung der Oberflächentemperatur im Seitenvergleich die entscheidende Methode zur frühzeitigen Erfassung der Erkrankung. Die Primärtherapie besteht in einer konsequenten Ruhigstellung des betroffenen Fußes (s. Abschnitt „Druckentlastung"). Wichtig ist es, zeitgleich auf eine adäquate Schuh- und Einlagenversorgung des Fußes der Gegenseite zu achten. Es besteht ein relevantes Risiko für die Entwicklung einer DNOAP auch der Gegenseite! Nach dem Verschwinden inflammatorischer Krankheitszeichen und Stabilisierung des Befundes wird von einem „inaktiven Charcot-Fuß" gesprochen.

Prävention

Der Prävention kommt eine entscheidende Bedeutung zu, um Ulzera und Amputationen zu vermeiden. Zu den Maßnahmen gehören:

- Identifikation von Hochrisikopatienten (Anamnese: vorangegangene Fußläsion oder Amputation; Befunderhebung: klinische Untersuchung, Monofilament, Pulspalpation),
- regelmäßige Untersuchung von Füßen und Schuhwerk inklusive Messung der Hauttemperatur bei Patienten mit sensorischer Neuropathie,
- geeignetes Schuhwerk,
- Behandlung sonstiger krankhafter Veränderungen am Fuß,
- podologische Komplexbehandlung,
- Schulung aller Beteiligten und
- psychosoziale Betreuung.

Wichtigste präventive Maßnahme ist das regelmäßige Tragen von druckentlastenden Bettungen in geeignetem Schuhwerk. Daneben ist die Erkennung und rechtzeitige Behandlung von präulzerativen Fußläsionen wie neu aufgetretenen Schwielen und Rötungen entscheidend. Dazu gehören auch fußchirurgische Maßnahmen wie die Achillessehnenverlängerung bei Ballenhohlfuß oder Sehnendurchtrennungen bei Krallenzehen. Bei den Untersuchungsintervallen ist das individuelle Risikoprofil des Patienten zu berücksichtigen. Mechanische Faktoren spielen eine wesentliche Rolle bei der Entstehung diabetischer Fußulzera. Infolge wiederholter Einwirkung erhöhter Drücke und Scherkräfte während des Gehens kommt es zu Verletzungen. Wichtigster Auslöser von Läsionen ist ungeeignetes oder nicht getragenes Schuhwerk!

Organisation der Versorgung

Die Betreuung durch ein multidisziplinäres Team aus Hausärzten, Diabetologen, Gefäßmedizinern (Gefäßchirurgen, Angiologen, interventionelle Radiologen), Chirurgen, Orthopäden, Diabetesberatern, Schuhmachern und Podologen („Shared Care") senkt die Inzidenz für Amputationen deutlich. In Übereinstimmung mit den Empfehlungen der International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF) ist daher eine frühzeitige Überleitung des Patienten an ein interdisziplinäres und multiprofessionelles Fußbehandlungszentrum zu fordern (https://iwgdfguidelines.org/german-translation/).

Für Deutschland hat die AG Fuß in der DDG umfassende und inzwischen vielfach anerkannte Strukturen entwickelt, die den Erfordernissen eines „Shared Care" gerecht werden und gleichzeitig ein effektives Qualitätsmanagement abbilden.

Schuhwerk

Die meisten Patienten benötigen eine Versorgung mit adäquatem Schuhwerk sowohl für den Straßen- als auch für den Hausgebrauch. Die Prinzipien der Schuhversorgung für Patienten mit Diabetes mellitus basieren eher auf ausreichendem Platz und geeigneter Fußbettung mit gleichmäßiger Druckverteilung als auf biomechanischer, orthopädischer Korrektur von Deformitäten. Die Schuhe und insbesondere die Fußbettungen sollten häufig auf Verschleiß kontrolliert und, wenn nötig, ersetzt werden. Die Materialien, die zur Druckentlastung verwendet werden, verlieren mit der Zeit ihre Rückstellkraft. Die Überprüfung von druckentlastenden Bettungen auf ihre Effektivität mittels Druckmessung im Schuh führt zu einer besseren Rezidivprophylaxe von Ulzera. Eine praxisorientierte Einteilung der stadiengerechten Verordnung therapeutischen Schuhwerks ist verfügbar unter www.ag-fuss-ddg.de (siehe ▶ **Tab. 7**). Eine aktuelle Übersicht zur vorhandenen Evidenz sowie eine konkrete Handlungsanweisung zur Anfertigung von orthopädischem Schuhwerk für Menschen mit Diabetes wurde kürzlich von der Arbeitsgruppe um Sicco Bus (Niederlande) publiziert (14)

Legende zu ▶ Tab. 7 [12]

MINIMALKRITERIEN FÜR DIE SCHUHVERSORGUNG BEIM DFS

- genügend Raum für die Zehen in Länge und Höhe,
- ausreichende Breite,
- Vermeiden von drückenden Nähten,
- weiches Material über druckgefährdeten beweglichen Fußregionen,
- keine auf den Fuß einwirkende Vorderkappe,
- herausnehmbare konfektionierte Polstersohle mit Druckspitzenreduktion im Ballenbereich um 30 % und
- Möglichkeit einer orthopädieschuhtechnischen Zurichtung.

Eine ärztliche Abnahme des verordneten Hilfsmittels zusammen mit dem Patienten ist immer erforderlich. Die Einweisung in das Hilfsmittel erfolgt durch den Hilfsmittellieferanten.

Bei der Abgabe muss die Funktion hinsichtlich Statik und Dynamik überprüft und nötigenfalls durch orthopädische Zurichtungen optimiert werden.

- Sind die verordneten Komponenten enthalten?
- Ist die Passform gewährleistet?
- Sind Stand-, Tritt- und Gangsicherheit gegeben?

▶ **Tab. 7** Schuhversorgung und Risikoklassen beim diabetischen Fußsyndrom und bei analogen Neuro-Angio-Arthropathien. Datenquelle: [12].

	Risikogruppe	Erläuterung	Regelversorgung
0	Diabetes mellitus ohne PNP/pAVK	Aufklärung und Beratung	fußgerechte Konfektionsschuhe
I	wie 0, mit Fußdeformität	höheres Risiko bei späterem Auftreten einer PNP/pAVK	orthopädieschuhtechnische Versorgung aufgrund orthopädischer Indikation
II	D. m. mit Sensibilitätsverlust infolge PNP/pAVK	Sensibilitätsverlust nachgewiesen durch fehlende Erkennung des Semmes-Weinstein-Monofilaments	Diabetesschutzschuh mit herausnehmbarer Weichpolstersohle, ggf. mit orth. Schuhzurichtung; Höherversorgung mit DAF oder orth. Maßschuhen bei Fußproportionen, die nach einem konfektionierten Leisten nicht zu versorgen sind/Fußdeformität, die zu lokaler Druckerhöhung führt/fehlgeschlagener adäquater Vorversorgung/orthopädischen Indikationen
III	Z. n. plantarem Ulkus	deutlich erhöhtes Ulkus-Rezidivrisiko gegenüber Grad II	Diabetesschutzschuh i. d. R. mit diabetesadaptierter Fußbettung, ggf. mit orth. Schuhzurichtung; Höherversorgung mit orth. Maßschuhen bei Fußproportionen, die nach einem konfektionierten Leisten nicht zu versorgen sind/fehlgeschlagener adäquater Vorversorgung/orthopädischen Indikationen
IV	wie II mit Deformitäten bzw. Dysproportionen	nicht nach konfektioniertem Leisten zu versorgen	orth. Maßschuhe mit DAF
V	DNOAP (Levin III)	Orthesen i. d. R. bei DNOAP-Typ IV–V (Sanders) oder bei starker Lotabweichung	knöchelübergreifende orth. Maßschuhe mit DAF, Innenschuhe, Orthesen
VI	wie II mit Fußteilamputation	mindestens transmetatarsale Amputation, auch als innere Amputation	Versorgung wie IV plus Prothesen
VII	akute Läsion/floride DNOAP	stets als temporäre Versorgung	Entlastungsschuhe, Verbandsschuhe, Interimsschuhe, Orthesen, TCC ggf. mit DAF und orth. Zurichtungen

- Ist die Funktion hinsichtlich des Schutzes des Fußes und des Ausgleichs funktioneller Einschränkungen gegeben?
- Wurden die Kriterien für die Schuhversorgung beim DFS eingehalten?

Der Begriff „Diabetesschutzschuh“ ist im selben Sinne zu verwenden wie „Diabetesspezialschuh“, „orthopädischer Aufbauschuh“, „konfektionierter Therapieschuh“ oder „semiorthopädischer Schuh“.

Die überprüfbare Dokumentation einer gezielten lokalen Druckentlastung durch eine diabetesadaptierte Fußbettung (DAF) ist unter dynamischen Bedingungen nur mithilfe pedobarografischer Messsohlen möglich. Für die Dokumentation von Zonen erhöhten Drucks infolge funktioneller Deformitäten ist die dynamische Pedografie statischen Verfahren (Blauabdruck) überlegen.

Für die Korrektur oder den funktionellen Ausgleich einer höhergradigen Fußdeformität durch Maßschuhe ist die manuelle Anfertigung eines individuellen Sonderleistens nach Gipsabdruck oder in vergleichbarer Technik erforderlich. Der aktuelle Stand der Automatisierungstechnik erlaubt die Maßanfertigung nur für gering deformierte Füße.

Im Einzelfall ist eine zu begründende Abweichung vom o. a. Schema mit aufwendigerer oder einfacherer Versorgung nach ärztlicher Indikation möglich.

Die Kriterien für eine höhergradige Versorgung müssen überprüfbar dokumentiert und die dazugehörigen Diagnosen müssen auf der ärztlichen Verordnung enthalten sein.

KRITERIEN FÜR EINE HÖHERGRADIGE VERSORGUNG

- kontralaterale Majoramputation
- Arthropathie Hüfte/Knie/OSG oder Gelenkimplantat mit Funktionsbeeinträchtigung/Kontraktur
- Amputation der Großzehe/Resektion MFK I
- motorische Funktionseinschränkung/Parese eines oder beider Beine
- höhergradige Gang- und Standunsicherheit
- extreme Adipositas (BMI = 35)
- dialysepflichtige Niereninsuffizienz
- Beruf mit überwiegender Steh- und Gehbelastung
- erhebliche Visuseinschränkung

Bei einer akuten Läsion (Ulkus oder noch floride DNOAP) ist eine Totalentlastung mit einem Allgöwer-Apparat oder Thomas-Splint nur in Ausnahmefällen erforderlich. Beim Ulkus stehen die Druckentlastung und die Druckumverteilung im Vordergrund, bei der DNOAP die Ausschaltung der Fußgelenkbewegungen.

Morbach S et al. Diabetisches Fußsyndrom… Diabetologie 2021; 16 (Suppl 2): S362–S372 | © 2021. Thieme. All rights reserved.

Zur Nachkontrolle sind ab Gruppe III mindestens alle 3 Monate ambulante Untersuchungen nötig.

ADRESSEN IM INTERNET

www.deutsche-diabetes-gesellschaft.de
- Aktuelle Fassung der evidenzbasierten Leitlinien

www.ag-fuss-ddg.de
- International Working Group on the Diabetic Foot Guidelines 2019, Original und deutsche Übersetzung
- Untersuchungsbogen der AG Fuß
- Einrichtungen zur Behandlung des diabetischen Fußsyndroms
- Links zu weiteren Seiten, die über das diabetische Fußsyndrom informieren
- Oppenheimer Erklärung

www.diabetes-cme.de
- Leitlinienkonforme Fortbildungen zum Diabetes mellitus. Das hier präsentierte Wissen wird auf der Grundlage der evidenzbasierten Diabetes-Leitlinien der Deutschen Diabetes Gesellschaft (DDG) zusammengestellt.

www.diabetes-deutschland.de
- Informationssystem zum Diabetes mellitus

www.rki.de
- Internetseite des Robert Koch-Instituts, u. a. mit Empfehlungen zur gezielten Antibiotikatherapie

www.n-v-l.de
- Nationale Versorgungsleitlinie Typ-2-Diabetes

www.AWMF.de
- S3-Leitlinie pAVK der Deutschen Gesellschaft für Angiologie

Interessenkonflikt

S. Morbach war innerhalb der vergangenen 3 Jahren in Beratungsgremien der Firma URGO GmbH (Nationales Advisory Board DFU) und der Firma Novo Nordisk Deutschland (Clinical Practitioners Advisory Board) tätig und hat entsprechende Honorare erhalten. Ebenso war er Vizepräsident der International Working Group on the Diabetic Foot-Implementation und von D-FOOT International. Er ist Gastwissenschaftler am Institut für Versorgungsforschung und Gesundheitsökonomie, Centre for Health and Society, Medizinische Fakultät, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.
R. Lobmann hat Forschungsförderung erhalten (persönlich oder zu seiner persönlichen Verfügung) unmittelbar finanziell oder in Form geldwerter Leistungen (Personal, Geräte usw.): Fa. Urgo (E2-Sub-Studie). Er hat als Referent ein Honorar oder als passiver Teilnehmer eine Kostenerstattung (Reise- oder Übernachtungskosten, bezahlte Teilnehmergebühren) erhalten: Honorar Referent: Amgen, Böhringer Ingelheim, Daiichi-Sankyo, GWT-TUD GmbH, Lilly, Novo Nordisk, Sanofi Aventis, URGO, Wörwag Pharma. Kostenerstattung: Lilly, Urgo, Wörwag. Er ist bezahlter Berater/interner Schulungsreferent o. ä. gewesen: Abbott, Böhringer Ingelheim, Lilly, Mölnlycke, Novo Nordisk, URGO, Wörwag Pharma. Mitgliedschaft und Position in wissenschaftlichen Gesellschaften/Berufsverbänden und ggf. anderen, für diese Fortbildungsmaßnahme relevanten Vereinigungen: Vorstandsmitglied der ADBW, Sprecher der Regionalgesellschaften der DDG, Mitglied im Fachbeirat Diabetes der Landesregierung Baden Württemberg, Delegierter D-Foot international, Vorstandsmitglied der Deutschen Diabetes Gesellschaft (DDG; 2016–2020), Sprecher der Arbeitsgemeinschaft diabetischer Fuß der DDG (2010–2020).
A. Risse war innerhalb der vergangenen 3 Jahre in Beratungsgremien der Firma URGO GmbH und der Firma Neubourg Skin Care tätig und hat entsprechende Honorare erhalten. Für Vortrags- und Schulungstätigkeiten erhielt er Honorare der Firma Serag Wiesner und vom Zentralverband Podologie. Er ist Vorsitzender der Kommission zur EADV der DDG.
M. Eckhard hat in den vergangenen 5 Jahren Forschungsförderung im Sinne geldwerter Leistungen (Geräte und Materialien) erhalten von: Fa. Reapplix AS. Er hat als Referent, Berater oder Autor innerhalb der letzten 5 Jahre von folgenden Firmen oder Instituten Honorare bzw. Aufwandsentschädigungen erhalten: Fa. Astra-Zeneca, Fa. Berlin-Chemie, Fa. Boehringer-Ingelheim, Diabetologen Hessen e.G., Landesärztekammer Hessen, Fa. Lilly Deutschland, Fa. Novo Nordisk, Fa. Roche, Fa. Sanofi, Institut Schwarzkopf, Springer-Verlag. Begleitete Ämter: Vorsitzender der Hessischen Diabetes-Gesellschaft e. V. (HDG, Regionalgesellschaft der DDG), Sprecher der Arbeitsgemeinschaft Diabetischer Fuß in der DDG e. V. (2020 –), Beruflicher Status: Ärztl. Leiter des universitären Diabeteszentrums am Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH (UKGM, Standort Gießen), Chefarzt der GZW Diabetes-Klinik Bad Nauheim gGmbH.
H. Reike erklärt, dass das Mariannen-Hospital für von ihm ausgerichtete Veranstaltungen Unterstützung erhalten hat durch die Firmen Novo Nordisk Deutschland, Lilly Deutschland, Beurer, Emmerich.
M. Spraul war innerhalb der letzten 3 Jahre für folgende Firmen tätig und hat dafür entsprechende Honorare erhalten: Fa. Lilly Deutschland (Vortrags- bzw. Beratertätigkeit), Fa. Novo Nordisk (Vortrags- bzw. Beratertätigkeit), Fa. Abbott (Beratertätigkeit), Fa. Astra Zeneca (Vortragstätigkeit), Fa. Neubourg skin care (Vortrags- bzw. Beratertätigkeit). M. Spraul erklärt, dass das Mathias-Spital für von ihm ausgerichtete Veranstaltungen Unterstützung erhalten hat durch die Firmen Novo Nordisk Deutschland und Neubourg skin care.
G. Rümenapf und E. Müller haben keine Interessenkonflikte.

Literatur

[1] Claessen H, Narres M, Haastert H et al. Lower-extremity amputations in people with and without diabetes in Germany, 2008–2012 – an analysis of more than 30 million inhabitants. Clin Epidemiol 2018; 10: 475–488

[2] Fedorko L, Bowen JM, Jones W et al. Hyperbaric Oxygen Therapy Does Not Reduce Indications for Amputation in Patients With Diabetes With Nonhealing Ulcers of the Lower Limb: A Prospective, Double-Blind, Randomized Controlled Clinical Trial. Diabetes Care 2016; 39 (3): 392–399

[3] Santema KTB, Stoekenbroek RM, Koelemay MJW et al. Hyperbaric Oxygen Therapy in the Treatment of Ischemic Lower-Extremity Ulcers in Patients With Diabetes: Results of the DAMO2CLES Multicenter Randomized Clinical Trial. Diabetes Care 2018; 41 (1): 112–119

[4] Schaper NC. Diabetic foot ulcer classification system for research purposes: a progress report on criteria for including patients in research studies. Diabetes Metab Res Rev 2004; 20 (Suppl. 1): S90–S95. Review

[5] Lipsky BA, Berendt AR, Deery HG et al. Diagnosis and treatment of diabetic foot infections. Clin Infect Dis 2004; 39 (7): 885–910

[6] Edmonds M, Lázaro-Martínez JL, Alfayate-García JM et al. Sucrose octasulfate dressing versus control dressing in patients with neuroischaemic diabetic foot ulcers (Explorer): an international, multicentre, doubleblind, randomised, controlled trial. Lancet Diabetes Endocrinol 2018; 6 (3): 186–196

[7] Game F, Jeffcoate W, Tarnow L et al. LeucoPatch system for the management of hard-to-heal diabetic foot ulcers in the UK, Denmark, and Sweden: an observer-masked, randomised controlled trial. Lancet Diabetes Endocrinol 2018; 11: 870–878

[8] Lavery LA, Fulmer J, Shebetka KA et al. The efficacy and safety of Grafix (®) for the treatment of chronic diabetic foot ulcers: results of a multicentre, controlled, randomised, blinded, clinical trial. Int Wound J 2014; 5: 554–560

[9] THE 2019 IWGDF GUIDELINES. https://iwgdfguidelines.org/guidelines/guidelines/

[10] Abschlussbericht des G-BA zur Vakuumtherapie bei DFS Dezember 2019. www.g-ba.de/downloads/2019-12-19_MVV-RL_Vakuumversieglungstherapie

[11] Lawall H, Huppert P, Espinola-Klein C et al. Clinical practice guideline – the diagnosis and treatment of peripheral arteial diasese. Dtsch Arztebl Int 2016; 113: 729–736

[12] Koller A, Metzger C, Möller M et al. Schuhversorgung und Risikoklassen beim diabetischen Fußsyndrom. In: OST Sonderheft Diabetes 2005. Orthopädie Schuhtechnik 2005: 45–47

[13] Bundesministerium für Gesundheit. Beschluss des Gemeinsamen Bundesausschusses über eine Änderung der Richtlinie zum Zweitmeinungsverfahren (Zm-RL): Aufnahme des Eingriffs Amputation beim diabetischen Fußsyndrom in den Besonderen Teil der Richtlinie sowie weitere Änderung im Allgemeinen Teil der Richtlinie (26.05.2021). Im Internet (Stand: 08.07.2021): https://www.g-ba.de/downloads/39-261-4266/2020-04-16_2021-03-18_Zm-RL_Aufnahme-Amputation-DFS_konsolidiert_BAnz.pdf

[14] Bus SA, Zwaferink JB, Rutger Dahmen R et al. State of the art design protocol for custom made footwear for people with diabetes and peripheral neuropathy. Diabetes Metab Res Rev 2020; 36 (Suppl. 1): e3237