
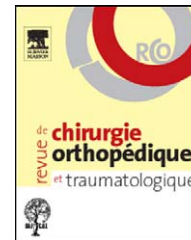




Disponible en ligne sur
 ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
 EM|consulte
www.em-consulte.com



MISE AU POINT

Le pied diabétique : place de la chirurgie orthopédique^{☆,☆☆}

Diabetic foot: The orthopedic surgery angle

J.-L. Besse^{a,*}, T. Leemrijse^b, P.-A. Deleu^b

^a Université de Lyon, Lyon, France; IFSTTAR, LBMC UMRT_9406, université Lyon 1; service de chirurgie orthopédique, centre hospitalier Lyon-Sud, 69495 Pierre-Bénite cedex, France

^b Foot and Ankle Institute, parc Leopold-clinic, 38, rue Froissart, 1040 Bruxelles, Belgique

Acceptation définitive le : 28 février 2011

MOTS CLÉS

Diabète ;
Pied ;
Chirurgie
orthopédique

Résumé Face au caractère pandémique que prend le diabète, il est indispensable que les chirurgiens orthopédistes soient sensibilisés aux problèmes posés par le pied diabétique. Les ulcérations sont liées à la neuropathie et à l'artériopathie qui est le facteur pronostic de la cicatrisation; l'infection intervient comme élément aggravant et augmente le risque d'amputation. Les pieds à risques doivent être dépistés. Les classifications des ulcères sont indispensables pour définir les stratégies thérapeutiques et donner un pronostic. Avant toute décision thérapeutique, il convient d'évaluer cliniquement et avec des examens complémentaires la neuropathie, l'insuffisance vasculaire et l'infection. Malgré les recommandations de l'International Consensus on the Diabetic Foot, l'organisation de la prise en charge des pieds diabétiques demeurent très hétérogènes suivant les pays européens, très peu ont mis en place des centres de références. Le traitement des pieds diabétiques est pluridisciplinaire mais, comme il l'a été démontré, le chirurgien orthopédiste devrait prendre un rôle central afin de raisonner en termes biomécaniques et d'éviter les récurrences. Cette prise en charge comprend en particulier la prévention des pieds à risques, la chirurgie de revascularisation qui doit toujours précéder la chirurgie orthopédique en cas d'insuffisance vasculaire critique, et le traitement des ulcères sans et avec ostéite.

DOI de l'article original : [10.1016/j.otsr.2011.03.001](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2011.03.001).

[☆] Ne pas utiliser, pour citation, la référence française de cet article, mais celle de l'article original paru dans *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, en utilisant le DOI ci-dessus.

^{☆☆} Travail issu de la conférence d'enseignement prononcée par J.L. Besse lors du 84^e congrès de la Sofcot (novembre 2009).

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : jean-luc.besse@chu-lyon.fr (J.-L. Besse).

Les indications des amputations « mineures » doivent être posées correctement et réalisées soigneusement. Le « pied aigu » est une urgence médicale avec des protocoles lourds d'antibiothérapie parentérale empirique pour refroidir les lésions. Les indications de chirurgie prophylactique pour limiter le risque d'ulcération, doivent être prudentes et motivées. Il est urgent que la France se dote de centres spécialisés agréés multidisciplinaires pour la prise en charge des lésions les plus graves : les ulcérations profondes et infectées, les artériopathies sévères, et les pieds de Charcot.

© 2011 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Introduction

L'incidence du diabète, en particulier de type 2, est en augmentation dans tous les pays industrialisés ; ses complications en font un véritable défi de santé publique. Actuellement on estime que plus de 120 millions de personnes dans le monde sont diabétiques et que d'ici 2025, la population diabétique atteindra 333 millions de personnes dans le monde. Hormis les complications métaboliques aiguës, le diabète entraîne des complications chroniques, liées à l'atteinte vasculaire et à la neuropathie secondaire, qui atteignent surtout trois localisations : les yeux, le rein et les pieds. La prise en charge des lésions du pied diabétique a été très longtemps négligée.

Nous exposerons les classifications des lésions du pied diabétique, développerons les moyens diagnostiques, et essayerons de répondre aux questions que doit se poser le chirurgien orthopédiste :

- comment essayer d'organiser la prise en charge de ces patients ?
- quelle est la place de la chirurgie orthopédique par rapport à la chirurgie vasculaire ?
- comment traiter les maux perforants plantaires sans et avec ostéite ?
- le pied « aigu » est-il une urgence chirurgicale ou médicale ?
- quelle est la place de la chirurgie « préventive » et quels sont les risques de la chirurgie orthopédique chez le diabétique ?

Le problème complexe des neuro-arthropathies (pied de Charcot) dépasse le cadre de cet exposé. Il nécessite une prise en charge en milieu spécialisé.

Généralités

Épidémiologie

Les études sur le pied diabétique et leurs résultats sont très variables en fonction de la population étudiée, des critères diagnostiques choisis, du caractère plus ou moins spécialisé des centres répertoriés.

Les ulcères diabétiques (ou mal perforant plantaire [MPP])

Les données de prévalence sont relativement abondantes mais elles varient de 3 à 25 % en fonction des études, des pays et même des régions [1–4]. Aujourd'hui on estime que

15 % des diabétiques présentent un ulcère à un moment ou l'autre de leur vie [5].

Les amputations

Les lésions des pieds diabétiques majorent le risque d'amputation de 15 à 20 fois que dans la population générale [6]. Leur incidence annuelle varie de façon importante en fonction des pays et des régions [7]. Les diabétiques représentent environ 50 % des amputations, [8,9] on estime que 5 à 15 % des diabétiques auront une amputation au cours de leur vie. L'âge, le sexe masculin, le faible niveau socioéconomique et les autres complications du diabète en particulier l'insuffisance rénale, particulièrement chez les patients dialysés, majorent spécifiquement ce risque.

Pronostic des lésions

Les lésions du pied diabétique ont des répercussions fonctionnelles et psychologiques, elles altèrent beaucoup la qualité de vie [10]. Les ulcères récidivent fréquemment et diminuent l'espérance de vie. Apelqvist [11] a montré le caractère péjoratif d'une amputation chez le diabétique : dans les cinq ans, une nouvelle amputation est nécessaire dans 50 % des cas et la survie est de 58 %.

Physiopathologie

Les ulcères chez le diabétique ont trois facteurs principaux distincts mais intriqués : la neuropathie et l'artériopathie sont deux causes secondaires au diabète, et l'infection est un facteur de décompensation.

Les complications neuropathiques et artériopathiques sont rarement isolées mais généralement associées à des degrés variables constituant un pied neuro-ischémique susceptible de développer des ulcères.

La neuropathie périphérique

La prévalence exacte de la neuropathie diabétique est estimée entre 20 et 60 % en fonction des méthodes diagnostiques utilisées, elle augmente avec l'hyperglycémie chronique, l'ancienneté du diabète et l'âge. Elle est présente dans plus de 90 % des ulcérations du pied diabétique. Elle est bilatérale, symétrique, distale et d'évolution ascendante.

La neuropathie sensitive. Les troubles sensitifs sont prédominants et les signes fonction du type de fibres nerveuses atteintes. Les grosses fibres sont impliquées dans la sensibilité tactile et profonde alors que les petites fibres participent à la sensibilité douloureuse et thermique. Les traumatismes et les lésions secondaires aux frictions restent donc silencieux.

La neuropathie motrice. Elle est responsable d'une faiblesse et d'une atrophie des muscles intrinsèques du pied avec constitution d'orteils en griffe. Secondairement, elle

participe à la perte de mobilité articulaire; celle-ci est également liée au phénomène de glycosylation du tissu conjonctif responsable des fibroses articulaires, des tissus mous et de la peau.

La neuropathie végétative. Elle entraîne une sécheresse cutanée avec apparition de crevasses et de fissures qui représentent une porte d'entrée aux infections; celle-ci favorise également l'hyperkératose réactionnelle à l'hyperpression. Elle est également responsable de l'ouverture des shunts artérioveineux et de la perte de régulation du flux capillaire: le pied neuropathique est chaud, souvent œdématisé avec des veines dorsales dilatées.

Conséquences. La neuropathie périphérique est le facteur principal chez le diabétique des ulcères (Fig. 1) atones avec un halo périphérique très hyperkératosique et des ostéoarthropathies neurogènes (pied de Charcot).

L'artériopathie

Elle est le plus souvent associée à un degré variable à la neuropathie (pied neuro-ischémique), la fréquence des lésions ischémiques isolées étant faible de l'ordre de 20%.

La macro-angiopathie. Ce n'est pas une complication spécifique du diabète mais elle a des caractéristiques propres. Le développement de lésions athéromateuses est plus précoce, plus rapide, avec classiquement une atteinte pluri-segmentaire et distale. Elle atteint préférentiellement les artères fémorales superficielles distales, poplitées, tibiales, fibulaires et les artères du pied; les localisations aorto-iliaques sont peu fréquentes.

La micro-angiopathie. Les altérations microcirculatoires caractérisées par un épaississement de la membrane des capillaires entraînent des échanges anormaux et aggravent l'ischémie tissulaire. Le rôle de la microangiopathie reste controversé.

Conséquences. L'artériopathie diabétique entraîne progressivement un état d'ischémie chronique qui est un facteur aggravant des lésions du pied. Le pied est froid, la peau devient fine et luisante.

Les ulcères d'origine ischémique sont souvent secondaires à des traumatismes minimes. A la différence des ulcères « neuropathiques », ces ulcérations ont un halo érythémateux sans hyperkératose. L'escarre du talon, lié au décubitus, sur artériopathie est une lésion chronique au pronostic défavorable. La décompensation de cette artérite distale peut entraîner une ischémie voire une gangrène d'un ou plusieurs orteils par thrombose aiguë distale primitive (Fig. 2). L'infection est un facteur général toujours aggravant.

La « biomécanique » des ulcérations

C'est l'association de la neuropathie diabétique et de l'hyperpression plantaire qui est responsable de la majorité des ulcérations. La perte de sensibilité à la pression et à la douleur est responsable de la répétition d'une hyperpression localisée et de forces de cisaillement sur la zone d'hyperkératose sous laquelle se développe une collection qui finira par s'extérioriser et donner naissance à un ulcère. Par ailleurs, toute blessure mécanique, thermique, chimique pourra également être responsable d'ulcération tardivement diagnostiquée du fait de l'absence de douleur.

Tableau 1 Facteurs d'hyperpression plantaire et d'ulcération.

Facteurs d'hyperpression plantaire et d'ulcération	
<i>Facteurs intrinsèques</i>	
Morphologie du pied (pied creux, hallux valgus, griffes d'orteil...)	
Hyperkératose plantaire	
Diminution des amplitudes articulaires (<i>limited joint mobility</i>)	
Déformations sévères du pied (pied de Charcot)	
<i>Facteurs extrinsèques</i>	
Chaussage inadapté (trop étroit, coutures proéminentes)	
Corps étranger (caillou, clou...)	
<i>Facteurs comportementaux</i>	
Marche à pieds nus	
Non-surveillance quotidienne des pieds	
Impossibilité d'auto-soins	
Manque d'hygiène (hyperkératose non-traitée)	
<i>Facteurs iatrogènes</i>	
Soins inadaptés des ongles	
Amputations mal réalisées	
Résection d'une ou plusieurs têtes métatarsiennes	
« Saucissonnage progressif » du pied	

Seuil de pressions plantaires. La plupart des ulcérations surviennent sur les petits orteils, l'hallux et en regard des têtes métatarsiennes. Il est reconnu dans la littérature qu'il n'existe pas de seuil prédictif d'ulcération. Ce seuil dépend d'un grand nombre de facteurs et varie d'une personne à l'autre. Les études les plus récentes ne s'intéressent pas qu'au temps de contact et à la quantité de pression, mais plus particulièrement à la direction et la propagation tridimensionnelle de la pression dans tissus mous. Le **Tableau 1** représente les facteurs d'hyperpression plantaire et d'ulcération.

Pieds à risque

Une classification des pieds à risque est indispensable pour élaborer des stratégies de prévention. En fonction du taux de complication, l'International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF) a proposé de classer les pieds diabétiques en cinq groupes à risque (**Tableau 2**) [12]. Une étude multicentrique française réalisant sur une journée une enquête auprès de tous les diabétiques vus en hospitalisation ou en consultation dans 16 centres de diabétologie a observé 17,5% de diabétiques à haut risque (groupes 2 et 3) [13].

Classification des ulcères

La classification des pieds diabétiques est indispensable pour mettre en place des stratégies de diagnostic, de traitement, et aider à proposer un pronostic. De plus, elle facilite l'évaluation thérapeutique et la communication entre les différentes équipes prenant en charge ces patients.

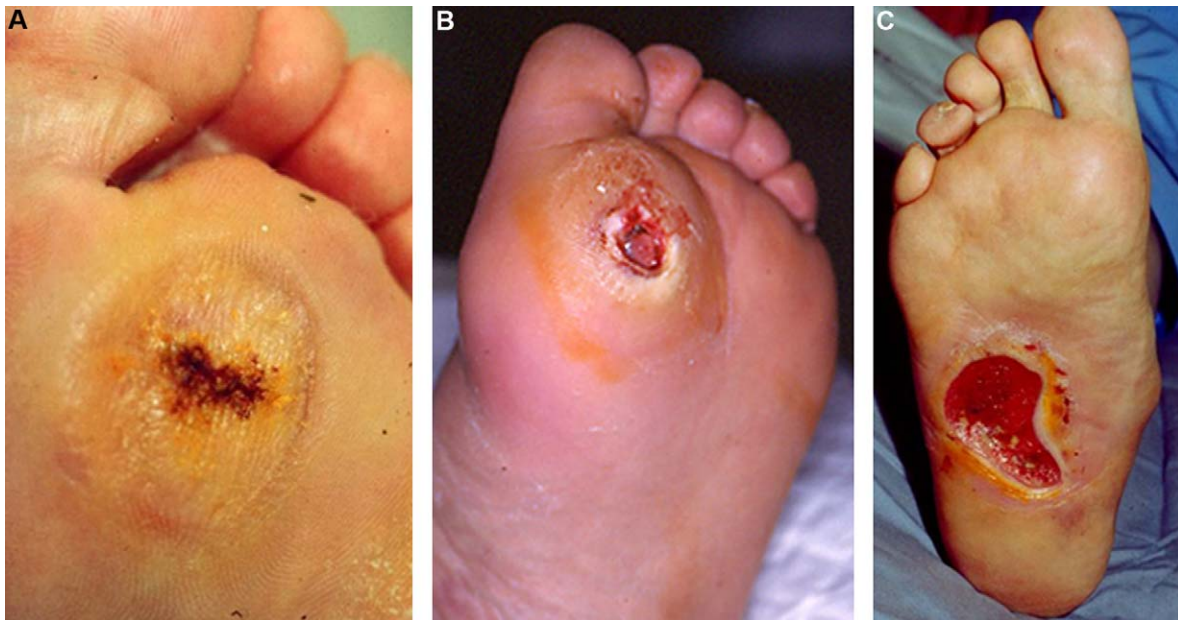


Figure 1 Ulcères neuropathiques. A. Ulcère débutant. B. Ulcère sous la tête de M1. C. Ulcère étendu sous le médio-pied (pied de Charcot).

Plusieurs classifications ont été publiées au niveau international :

- classification de Wagner [14] ;
- classification Texas décrite en 1996 par Armstrong [15] ;
- classification de Mike Edmonds ;
- classification PEDIS [16].

Nous ne détaillerons que la classification de Wagner qui est la plus utilisée, et la classification PEDIS, plus récente, qui est issue d'un consensus international. Cependant, aucune des classifications ne prend en compte les lésions d'ostéo-arthropathie neurogène (pied de Charcot).

La classification de Wagner (Tableau 3) catégorise les lésions en six stades de gravité croissante, de 0 à 5. Les

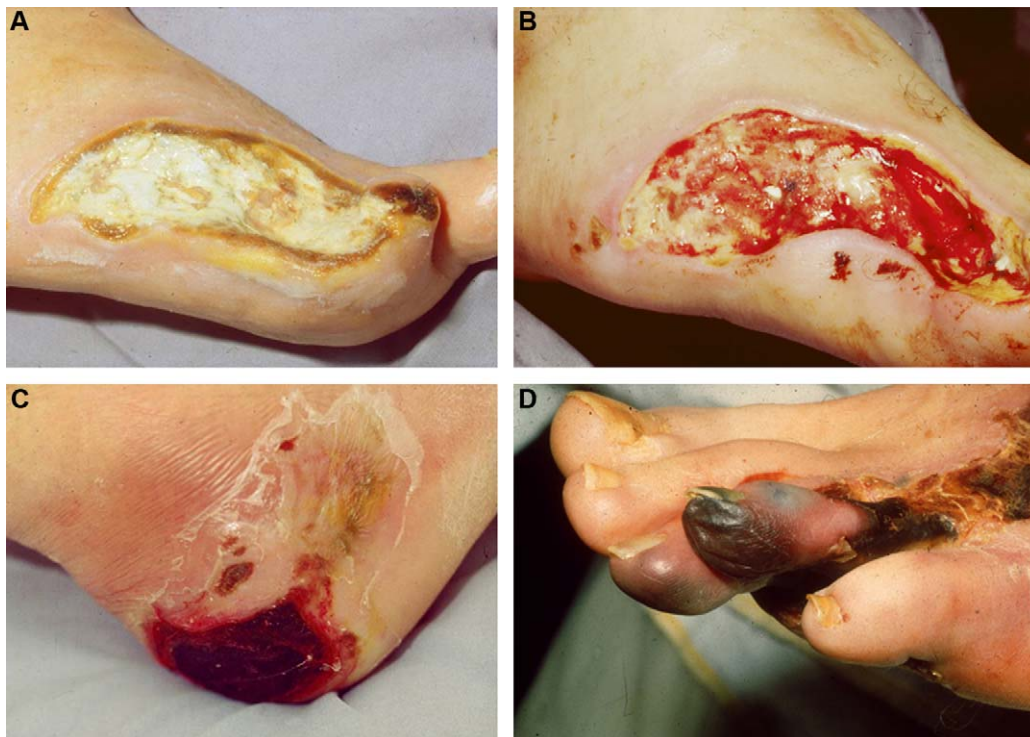


Figure 2 Lésions ischémiques. A. Ulcère ischémique. B. Ulcère ischémique après revascularisation. C. Escarre du talon. D. Nécrose d'orteil.

Tableau 2 Groupes des pieds à risque.

Groupes à risques	Critères
Groupe 0	Absence de neuropathie, de déformations orthopédiques, de troubles vasculaires, de plaies aux pieds ou d'antécédents de plaie ou d'amputation
Groupe 1	Présence d'une neuropathie
Groupe 2a	Neuropathie associée à des déformations orthopédiques avec une souplesse articulaire suffisante
Groupe 2b	Neuropathie et déformations orthopédiques associées à une raideur articulaire
Groupe 3	Neuropathie associée à un des éléments suivants : Artériopathie, déformations de type pied de Charcot (aiguë ou chronique), antécédents de plaies Antécédents d'amputation mineure ou majeure

stades 1 à 3 de Wagner décrivent essentiellement les ulcères neuropathiques avec une gravité croissante en fonction de la profondeur et de l'infection, alors que les stades 4 et 5 concernent des lésions vasculaires. Cette classification est simple mais elle ne prend pas en compte le degré d'insuffisance vasculaire éventuellement associée aux stades 1–3.

La classification PEDIS repose sur cinq paramètres (perfusion, étendue, profondeur, infection et sensibilité) [17] importants à considérer dans le traitement d'une plaie chez un diabétique (Tableau 4). Ainsi chaque plaie diabétique peut être caractérisée par cinq éléments et chacune a un pronostic différent. Cette classification est plus précise que celle de Wagner. La majorité des ulcères est favorisée par la neuropathie mais c'est l'état vasculaire qui détermine le pronostic. L'infection est un facteur de gravité surajouté pour le pronostic du membre et la survie du patient.

Diagnostic

Face à une plaie chez un diabétique et avant toute décision thérapeutique, tout médecin devra faire le diagnostic de neuropathie. Mais c'est surtout la recherche et l'évaluation de l'insuffisance vasculaire et de l'infection qui seront les éléments pronostiques déterminants. Ces deux éléments sont également nécessaires pour classer la plaie selon le système PEDIS.

Préalablement l'interrogatoire précisera :

- l'ancienneté du diabète, l'équilibre glycémique (l'hémoglobine glyquée : une valeur de l'Hb A_{1c} > 7% témoignant d'un diabète mal équilibré) ;
- les complications associées, oculaires et rénales ;

- les antécédents d'ulcère, ou d'amputation mineure ;
- le contexte de soins.

Neuropathie

La neuropathie associée au diabète est progressive mais silencieuse. Aussi doit-elle être recherchée systématiquement lors de tout examen du pied chez un diabétique. Le diagnostic d'une neuropathie chez un diabétique, même sans plaie ni antécédent de plaie, impose une éducation spécifique préventive car la neuropathie est le facteur favorisant des ulcères du pied. Presque tous les patients diabétiques ayant des ulcères ont une neuropathie sensitive ; le pied de Charcot est également la conséquence de la neuropathie.

Examens de dépistage

Deux tests simples doivent être connus.

Monofilament 5,07 de 10 g. Les monofilaments de Semmens-Weinstein sont un moyen rapide d'exploration de la sensibilité à la pression. On applique perpendiculairement sur la peau du patient le monofilament en nylon courbe 5,07, équivalent à une force de 10 g correspondant au niveau de sensation nécessaire pour éviter les ulcérations du pied. Plusieurs sites sur la face plantaire du pied sont explorés, trois points plantaires doivent être sensibles : la pulpe de l'hallux, la tête du premier et cinquième métatarsien. Il est recommandé de tester chaque site trois fois successivement dont une factice sans application du monofilament. C'est l'examen de dépistage le plus fiable et peu coûteux, accessible à tous !

Diapason 128 Hz. Il explore la sensibilité vibratoire au niveau de la face dorsale de la tête du premier métatarsien.

Tableau 3 Classification de Wagner selon les stades.

Wagner stade 0	Wagner stade 1	Wagner stade 2	Wagner stade 3	Wagner stade 4	Wagner stade 5
Pied à risque élevé	Ulcère très superficiel et non infecté	Ulcère très profond avec infection, cellulite restreinte	Ulcère très profond avec infection et atteinte des tendons/fascia et/ou os	Gangrène limitée	Gangrène étendue

Tableau 4 Classification PEDIS.

Perfusion (vascularisation)	
Grade P1	Pas de symptômes, pas de signes d'artériopathie périphérique (ABI : 0,9-1,1 ou TcPO ₂ > 60 mmHg)
Grade P2	Symptômes ou signes d'artériopathie périphérique mais pas d'ischémie critique du membre
Grade P3	Ischémie critique du membre (TcPO ₂ < 30 mmHg ou pression systolique de cheville < 50 mmHg)
Extent (étendue)	
	Taille de la plaie mesurée en cm ² après débridement
Depth (profondeur)	
Grade D1	Ulcère superficiel limité au derme
Grade D2	Ulcère profond, pénétrant sous le derme jusqu'aux structures sous-cutanées, impliquant les fascias, les muscles ou les tendons
Grade D3	Toutes les couches suivantes, y compris l'os et/ou l'articulation (contact osseux ou ulcère pénétrant jusqu'à l'os)
Infection (infection)	
Grade I1	Aucun symptôme ni signe d'infection
Grade I2	Infection impliquant la peau et les tissus sous cutanés (au moins deux des critères suivants : œdème local ou induration, érythème > 0,5-2 cm, douleur à la pression, chaleur locale, écoulement purulent)
Grade I3	Erythème > 2 cm plus un des critères ci-dessus (œdème, douleur à la pression, chaleur, écoulement) ou infection plus profonde (abcès, ostéomyélite, arthrite septique, fasciite...)
Grade I4	Infection avec signes systémiques. (au moins 2 des critères suivants : température > 38° ou < 36°, fréq. card. < 90/min, fréq. respi. > 20/min, PaCO ₂ < 32 mmHg, GB > 12000, 10% formes leucocytaires indifférenciées)
Sensation (sensibilité)	
Grade S1	Aucune perte de la sensibilité de protection
Grade S2	Perte de la sensibilité de protection

Autres examens

La sensibilité thermo-algésique peut être évaluée par un Neurotherm® (test chaud/froid) et un test au Neurotip calibré. L'examen clinique neurologique peut être couplé au besoin à un examen électrophysiologique.

Insuffisance vasculaire

L'atteinte vasculaire doit être systématiquement recherchée car la neuropathie associée masque le plus souvent les symptômes classiques de l'insuffisance vasculaire, en particulier la douleur.

L'examen clinique peut être pris en défaut. La pâleur et la froideur de la peau, signes classiques, sont souvent absentes en raison d'une neuropathie végétative associée au pied diabétique. Du fait de la médiacalcosse, la présence d'un pouls pédieux et tibial postérieur ne signifie pas qu'il n'y ait pas des lésions microangiopathiques. Les différents tests et imageries médicales vasculaires sont représentés dans le [Tableau 5](#).

Infection

L'infection est le facteur aggravant des ulcères diabétiques, elle peut évoluer rapidement et constituer une urgence.

L'examen clinique des pieds recherchera systématiquement une porte d'entrée. On notera d'éventuels signes

généraux : température, augmentation de la fréquence cardiaque et respiratoire. Les examens biologiques analyseront l'équilibre du diabète, la numération formule sanguine, la vitesse de sédimentation et le dosage de la CRP.

Examen clinique

La rougeur, la tuméfaction et l'érythème marquent l'inflammation des tissus mous. L'infection est souvent plus profonde qu'on ne l'estime. L'aspect érythémateux œdématisé en « saucisse » d'un orteil est également évocateur d'une ostéoarthrite. Tout mal perforant doit être examiné avec un stilet ou une pince stérile : si l'on a un contact osseux « rugueux », cela témoigne jusqu'à preuve du contraire d'une ostéite ou d'un ostéoarthrite. ([Fig. 3](#)).

Prélèvements bactériologiques

Lorsqu'il n'y a aucun signe clinique, ni général d'infection, il n'est pas recommandé de faire des prélèvements bactériologiques dont la culture n'objectiverait qu'une flore de colonisation.

En revanche, en présence d'une infection superficielle ou profonde, un examen bactériologique est indispensable.

Il peut s'agir :

- d'écouvillonnage. Il doit être réalisé dans des conditions très strictes afin d'éviter une contamination : débridement des tissus nécrotiques, absence d'antiseptique,

Tableau 5 Les tests et imageries médicales vasculaires.

	Tests	But	Interprétation des valeurs	
Index cheville/bras et TcPO2	Index de pression systolique cheville/bras (ICB)	Permet d'objectiver une artériopathie des membres inférieurs et d'en estimer la sévérité à l'aide d'un Doppler de poche	ABI : > 1. Valeur non concluante, liée à la médiocalcose (calcification de la média) et ne permet pas d'exclure une insuffisance artérielle ABI : 0,9–1,1. Valeur normale ABI : 0,5–0,9 (pression de la cheville > 50 mmHg). Atteinte vasculaire. Patient asymptomatique ou avec claudication ABI : < 0,5 (pression systolique de la cheville < 50 mm Hg). Ischémie critique	
	TcPO2 (mesure transcutanée de la pression partielle d'oxygène)	Permet d'évaluer l'oxygénation cutanée	TcPO2 > 60 mm Hg. Vascolarisation normale TcPO2 30–60 mm Hg. Signe d'atteinte vasculaire mais pas d'ischémie critique TcPO2 < 30 mm Hg. Ischémie critique	
	Examens radiologiques	But	Avantages	Inconvénients
Imagerie médicale vasculaire	Échodoppler	Permet de dépister l'artériopathie diabétique	Évaluer la perméabilité de l'aorte distale, des artères iliaques, fémoro-poplitées et infra-poplitées Identifier et localiser les sténoses ou les oblitérations segmentaires	
	Angio-IRM	Permet de diagnostiquer les sténoses artérielles des membres inférieurs	Pas d'injection de produits de contrastes iodés néphrotoxiques (exception le gadolinium)	Gadolinium : il a été rapporté des cas de « fibrose systémique néphrogénique » secondaire à l'administration de chélates de gadolinium, plus particulièrement avec le gadodiamide, chez des patients présentant une insuffisance rénale sévère
	Artério-graphie	Permet de diagnostiquer les sténoses artérielles des membres inférieurs (examen de référence)	Permet dans les suites de réaliser des gestes de revascularisation endovasculaire Donne des images d'excellente qualité Imagerie de dernier recours	Invasive Coûteuse Risques de complications en particulier d'insuffisance rénale induite par les produits de contrastes iodés

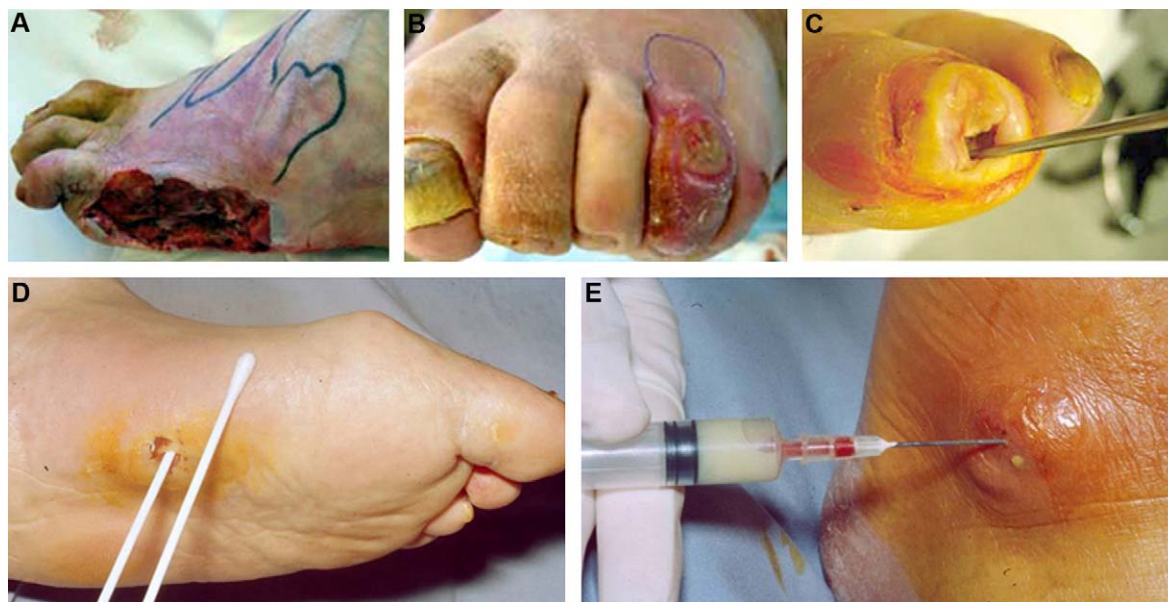


Figure 3 Infections. A. Érythème. B. Orteil en « saucisse ». C. Contact osseux dans un ulcère. D. Prélèvement bactériologique par écouvillonnage. E. ponction à l'aiguille.

lavage du pied à l'eau, puis lavage de la plaie au sérum physiologique. Il doit être renouvelé plusieurs fois en consultation. Pour que les prélèvements soient pertinents, il faut disposer de plusieurs résultats concordants. Pour des ulcères profonds, il est parfois possible de réaliser des prélèvements profonds, voire osseux à la curette ;

- ponction à l'aiguille d'une collection, soit en percutané, soit sous contrôle échographique ;
- le *gold standard* reste la biopsie chirurgicale osseuse et des tissus mous profonds.

Le plus souvent, les infections superficielles sont monomicrobiennes (staphylocoque doré, streptocoque...), les infections profondes polymicrobiennes (germes gram+, gram- et anaérobies). Les prélèvements réalisés en consultation, même dans des conditions strictes, manquent de spécificité et ont donc une valeur qu'il faut relativiser avant d'instaurer une antibiothérapie adaptée [18].

Imagerie ostéo-articulaire

L'infection peut être évaluée par les radiographies standards, l'échographie, le scanner, l'IRM et les examens isotopiques.

Les radiographies standards. Les signes d'ostéite sont différés par rapport au début de l'infection, de plus, il est parfois difficile de distinguer les lésions d'ostéite, des lésions de neuro-arthropathie (pied de Charcot). Cependant l'aspect lytique métaphyso-diaphysaire est relativement typique d'une ostéite, surtout au niveau de l'avant-pied. Nous recommandons de réaliser systématiquement des radiographies standards en cas de MPP, et en cas de suspicion d'ostéite de les réévaluer comparativement huit à 15 jours plus tard : en cas d'ostéite, l'ostéolyse absente initialement sera visible 15 jours après. C'est un examen comparatif simple et essentiel dans l'évaluation des infections ostéo-articulaires [19].

Le scanner. Il est utile pour confirmer une ostéolyse alors que la radiographie est douteuse.

L'IRM avec injection de gadolinium. La littérature [20] le reconnaît comme un bon examen du diagnostic d'ostéite. Il permettrait de différencier les lésions d'ostéo-arthrite de celles d'ostéo-arthropathies neurogènes [21]. Nous le réservons aux pieds « aigus » avec cellulite. C'est en effet l'examen de choix pour le diagnostic des collections profondes des tissus mous et leur diffusion dans les gaines tendineuses, il permet de guider les drainages chirurgicaux. *L'échographie.* Elle permet de diagnostiquer les collections ou les abcès, et de guider une éventuelle ponction à visée bactériologique.

Les examens isotopiques. En cas de doute diagnostique sur les radiographies simples et/ou le scanner, la scintigraphie osseuse au technetium couplée aux polynucléaires marqués est à notre avis l'examen de choix pour le diagnostic d'ostéite.

Organisation de la prise en charge

International Consensus on the Diabetic Foot

Si on se réfère aux recommandations de l'International Consensus on the Diabetic Foot publié en 1999 par l'IWGDF, la prévention et le traitement des complications du pied diabétique devraient être organisés en trois niveaux.

Niveau 1 : médecins généralistes—infirmières et podologues

Il correspond à la sensibilisation des diabétiques aux problèmes de pied et à leur prévention, ainsi qu'au diagnostic précoce des ulcérations.

Niveau 2 : diabétologues, infirmières de diabétologie, chirurgiens (généralistes et/ou vasculaires et/ou orthopédistes)

Il correspond à la prise en charge des soins préventifs et curatifs de base du pied diabétique.

Niveau 3 : centres de référence

Ces centres devraient disposer d'une collaboration multidisciplinaire étroite entre diabétologue, chirurgien orthopédiste, et chirurgien vasculaire. Ils prennent en charge les cas les plus difficiles : ulcérations profondes et infectées, artériopathies sévères, pieds de Charcot.

La réalité est souvent loin de ce schéma idéal. Plusieurs études ont montré que moins de 50 % des diabétiques avaient eu un examen annuel de leur pied que ce soit par leur médecin généraliste ou par leur diabétologue [22,23], et que les contrôles des pieds à domicile restaient insuffisants, variant de 20 à 70 %.

En 2008, les résultats de l'étude prospective européenne [24] conduite dans 14 centres, montrent encore des traitements ne respectant pas les recommandations internationales et la persistance de grandes variations entre les pays et les centres.

Traitement

Le traitement des pieds diabétiques est le plus souvent un traitement pluridisciplinaire impliquant différentes spécialités. Le bilan vasculaire et infectieux des ulcères diabétiques permet de proposer un traitement adapté. Des principes de base doivent être respectés : décharge, débridement, contrôle de l'infection, revascularisation si nécessaire, soins adaptés des plaies. La classification des ulcères permet aux différents intervenants d'utiliser les mêmes outils et surtout de comparer les résultats des différents protocoles thérapeutiques.

Prévention pour les pieds à risque

Seule la prévention peut permettre de faire reculer la fréquence des ulcères, des amputations et le coût du pied diabétique. Elle repose sur des mesures générales (équilibre glycémique optimal, lutter contre les facteurs associés de risques cardiovasculaires, tabac...) et sur des mesures particulières (soins podologiques, confection d'orthèses, chaussage adapté et éducation du patient). La prévention primaire consiste d'abord à dépister les patients diabétiques à risque d'ulcère. Elle passe par un examen systématique du pied des patients diabétiques au minimum une fois par an, en recherchant en particulier la neuropathie et les déformations du pied, ainsi que par la sensibilisation des diabétiques aux risques de complications spécifiques du pied. La prévention secondaire chez les patients exposés (pieds à risque 1, 2 et 3) associe éducation, dépistage systématique et suivi par une équipe pluridisciplinaire.

Éducation

Elle doit se faire aussi bien au niveau des patients que du personnel soignant.

Le patient. L'éducation est individuelle et adaptée à ses complications et à son niveau socioculturel. Elle comporte plusieurs axes : l'auto-examen quotidien des pieds, les soins podologiques, le port permanent de chaussures adaptées et la proscription de la marche pied nu, le port de chaussettes et de bas en fibres naturelles et sans couture, éviter les produits agressifs et les brûlures, éviter de surélever les pieds au repos, apprendre à reconnaître précocement une lésion qui impose une consultation immédiate. L'entourage familial du patient doit être associé à l'éducation et à la prévention.

Les acteurs de santé. Tous les professionnels de santé doivent harmoniser leurs actes et éviter les contradictions au niveau des équipes de soins. D'où la nécessité de regrouper ces acteurs en équipe pluridisciplinaire, tout centre prenant en charge des pieds diabétiques devrait comporter une infirmière spécialisée en diabétologie et en éducation, ainsi qu'un podologue.

Chaussage

Différents dispositifs peuvent être utilisés pour prévenir l'apparition ou la récurrence d'ulcères du pied :

Les orthèses plantaires. Elles ont un but préventif et parfois curatif. Elles visent essentiellement à répartir les pressions, plus rarement avec des éléments correctifs.

Les orthoplasties. Ce sont de petits appareillages en silicone réalisés sur moulage, visant à protéger une zone de conflits avec la chaussure, en particulier au niveau des orteils.

Les chaussures. Elles représentent l'élément essentiel de la prévention. Il peut s'agir de chaussures de série adaptées, de chaussures semi-thérapeutiques, ou de chaussures sur mesure dites orthopédiques.

Place de la chirurgie vasculaire

Avant d'envisager le traitement d'un ulcère diabétique, la correction de l'insuffisance vasculaire est indispensable. Aucune indication d'amputation ou de chirurgie orthopédique ne doit être posée sans avoir une évaluation précise de l'état vasculaire des membres inférieurs du patient. Sans oublier avant l'anesthésie que l'atteinte coronarienne est souvent silencieuse chez le diabétique. L'ischémie critique des membres inférieurs chez le diabétique se manifeste cliniquement par un ulcère avec élément de nécrose, des douleurs de décubitus ou une claudication intermittente mais moins fréquente que chez le non diabétique du fait de la neuropathie associée. La revascularisation, lorsqu'elle est possible, reste l'élément essentiel de la cicatrisation de l'ulcère car elle permet l'oxygénation tissulaire et une meilleure diffusion des antibiotiques.

En pratique, en présence d'un ulcère le bilan vasculaire comporte un Doppler et si possible une mesure de la TcPO₂ ; si elle est inférieure à 30 mmHg un avis vasculaire est incontournable (P3 de la classification Pedis). En fonction des résultats des examens complémentaires, l'éventualité d'une revascularisation pourra être discutée quelque soit la technique (Fig. 4).

Les gestes principaux de revascularisation sont : les pontages distaux, les techniques endovasculaires, Stent et *percutaneous intentional extra-luminal revascularisation*.

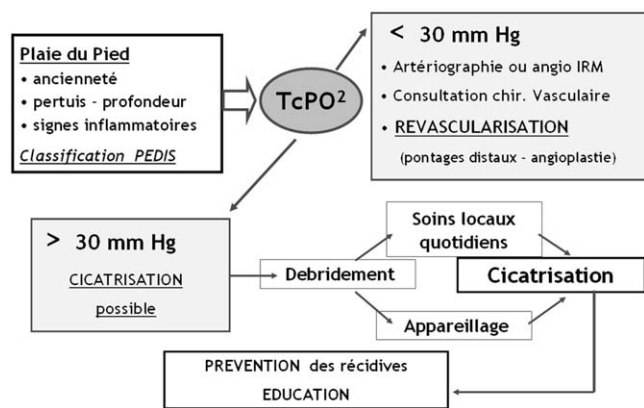


Figure 4 Place de la chirurgie vasculaire.

La sympathectomie lombaire n'a pas d'indication dans le traitement de l'artériopathie diabétique des membres inférieurs. Le recours à l'oxygénothérapie hyperbare peut être proposé en cas d'ulcère associé à une artérite sévère non revascularisable.

Ulcères (MPP) sans ostéite

Ces lésions sont traitées habituellement non chirurgicalement et sont prises en charge en ambulatoire au niveau de la consultation médicale de podologie diabétique (D1 et D2 de la classification Pedis). Le traitement comprend la mise en décharge du pied atteint, le nettoyage de la plaie et la détersion, puis le recouvrement de la plaie.

La décharge du pied

C'est la mesure thérapeutique essentielle et fondamentale, sans laquelle l'obtention de la cicatrisation devient illusoire. Les deux principes de base, suppression de la pression locale et débridement de la plaie, doivent avant tout être respectés.

L'alitement complet. C'est la solution idéale pour éviter tout appui mais non réalisable sur une période prolongée. Il est imposé à la phase aiguë de la plaie, associé à l'utilisation d'un fauteuil roulant, ou de béquilles pour les soins d'hygiène. Cela permet souvent également une bonne « mise au point ».

Les chaussures de décharge. Nous utilisons essentiellement des chaussures de décharge de l'avant-pied type chaussure de Barouk™, ou de décharge de l'arrière-pied type Sanital™. De par son caractère amovible, permettant les pansements et évitant les points d'hyperpression que peuvent engendrer les immobilisations plâtrées, elle pose le problème de l'observance stricte de la décharge.

Les bottes de décharge.

La botte plâtrée à contact total (« Total Contact Cast »). C'est le traitement de référence pour le traitement des ulcères et la phase aiguë du pied de Charcot. Son but est de répartir de façon homogène les pressions au niveau de la voûte plantaire lors de toutes les phases du pas, ainsi 30 à 50% des pressions sont absorbées par le plâtre [25]. Son caractère inamovible 24h/24h est un élément essentiel de la réussite et permet d'obtenir la cicatrisation dans 70 à 85% des cas. Cependant elle doit être confectionnée par un personnel très expérimenté (Fig. 5). Son efficacité

sur la réduction des pressions plantaires et la cicatrisation est meilleure au niveau de l'avant-pied et du médio-pied qu'au niveau de l'arrière-pied [26,27]. Elle doit être changée chaque semaine. Elle expose à un taux de complications variant de 5 à 30% [28] : lésions de frictions pouvant induire de nouvelles plaies infectées, thromboses veineuses...

Les bottes plâtrées fenêtrées [29] et/ou amovible [30]. Elles permettent la surveillance de la plaie et limitent les risques de complications. Cependant la fenêtre autour de l'ulcère, si elle facilite les pansements, peut également entraîner une hyperpression en périphérie de la zone fenêtrée.

Les bottes pneumatiques amovibles du commerce (type Aircast™). Elles peuvent également constituer une alternative en l'absence de personnel qualifié pour les plâtres. Elles sont un peu moins efficaces sur la réduction des pressions [31]; leur caractère amovible peut également être supprimé avec un tour de bande de résine [32].

Efficacité. En raison des problèmes de compliance les bottes non amovibles donneraient des temps de cicatrisation plus courts par rapport aux chaussures de décharge ou aux bottes pneumatiques [33]. Cependant, même si le plâtre à contact total (TCC) reste le *gold standard* dans le consensus de l'IWGDF, il n'est utilisé que par quelques équipes spécialisées [34].

Le nettoyage de la plaie et la détersion

Les soins de la plaie commencent par la désinfection de la plaie et de la zone qui l'entoure avec un lavage soigneux à l'eau complétée de soins avec des antiseptiques; les solutions poly-iodées sont plus efficaces que la chlorhexidine et n'altèrent pas la cicatrisation tout en évitant le risque d'émergence de germes résistants (SARM) [35]. L'administration d'antibiotiques locaux est à proscrire pour les mêmes raisons.

Tout ulcère nécessite, en consultation, un débridement limité qui consiste à supprimer mécaniquement avec une lame de bistouri les zones de callosités en périphérie de l'ulcère. Après débridement des berges, la plaie peut être délimitée à la curette afin d'éliminer les résidus nécrotiques, jaunâtres ainsi que la fibrine. Cette détersion mécanique est indispensable pour favoriser le bourgeonnement. Certaines ulcérations peuvent nécessiter une élimination des structures nécrosées et un parage chirurgical.

Le recouvrement de la plaie

En l'absence d'études comparatives rigoureuses, aucun consensus n'existe quant au type de pansement à utiliser sur le pied diabétique. Il doit avoir un certain nombre de propriétés: maintien d'un microclimat humide, capacité d'absorption des exsudats, protection contre les contaminations bactériennes et changement sans traumatisme local. Le choix des pansements dépendra du type de plaie et de sa localisation.

Des approches biotechnologiques font l'objet d'études pour le pied diabétique: les facteurs de croissance (mélange PDWHF, PGDF...), les gels plaquetaires, les substituts cutanés vivants (épidermiques, dermiques ou composites). Les approches physiques comme le *vacuum assisted closure* (VAC) et l'oxygénothérapie hyperbare sont parfois proposées pour accélérer la néo-vascularisation et le bourgeonnement.



Figure 5 Plâtre de type « Total Contact Cast ». A et B. Protection de l'avant-pied avec des bandes ouatées (Velband®) séparant les orteils. C. La jambe et le pied sont recouverts d'un jersey, puis d'ouate. D. Couches successives de plâtre. E. Renfort en résine. F. Dispositif avec semelle en tampon buvard pour permettre la déambulation. G. Exemple d'ulcère traité par TCC. H. Résultat à six semaines.

Place de la chirurgie

Dans le cadre de ces lésions D1 et D2 de la classification Pedis, la chirurgie orthopédique peut être indiquée, pour faciliter la cicatrisation de ulcères rebelles de l'avant-pied ou éviter leurs récurrences. Ainsi, on peut envisager et discuter un allongement du tendon d'Achille en percutané, ou

une section de la lame aponévrotique des gastrocnémiens en cas de raideur de la cheville avec absence de flexion dorsale ou même léger équinsisme [36,37]. De même, des ostéotomies métatarsiennes de relèvement en cas d'hyper-appui entretenu par un trouble statique, ou des ostéotomies percutanées distales des métatarsiens latéraux sont possibles

pour diminuer un hyper-appui en regard d'un MPP. L'objectif de ces interventions est de diminuer les contraintes mécaniques sur l'avant-pied.

En cas de perte de substance importante après parage, la chirurgie plastique a également une opportunité à condition d'avoir un état vasculaire satisfaisant (P1, P2 de la classification Pedis) et d'avoir la possibilité de modifier les facteurs d'hyperpression. Il peut s'agir de petit lambeau rotatoire bilobé après résection d'ulcération plantaire, de lambeaux locaux type sural, entre autres, pour les séquelles d'escarre talonnière.

Ulcères (MPP) avec ostéite

L'existence d'une ostéite associée à un ulcère (D3 de la classification Pedis) impose un traitement antibiotique prolongé pour obtenir la guérison. Cette antibiothérapie lourde, comportant généralement une période initiale par voie parentérale, est gérée conjointement avec les médecins infectiologues. Il n'existe cependant pas de consensus international dans la prise en charge des lésions infectieuses chez le diabétique [38]. La prise en charge pluridisciplinaire de ces lésions peut faire appel aux chirurgiens pour des gestes de revascularisation, de biopsie osseuse, de curetage osseux ou d'amputation mineure. Il ne faut pas oublier que la persistance après chirurgie ou l'induction secondaire d'hyper appui ou de déformations perturbera le chaussage et exposera à des récurrences. Tout geste chirurgical dans le cadre d'une ostéite doit laisser un pied fonctionnel et équilibré sur le plan tendineux. L'état vasculaire et les possibilités d'appareillage doivent être rediscutés avant chaque procédure.

Les amputations

Les buts à atteindre sont d'obtenir un moignon facilement appareillable, de garder le plus de longueur possible mais en obtenant une fermeture directe, et de laisser le patient autonome. Lorsque c'est possible les amputations mineures préservant toute la longueur du membre inférieur doivent toujours être préférées aux amputations de jambe ou au dessus du genou.

Avant-pied

Nous essayons d'avoir un raisonnement fonctionnel et biomécanique, et pas uniquement en terme d'ulcère et d'ostéite, pour décider du niveau et de l'étendue des gestes d'amputations éventuelles [5,18,39]. Il faut lutter contre le « saucissonnage » progressif des orteils, délétère sur le plan général et psychologique, ainsi laisser deux ou trois orteils médians sur un avant-pied est une aberration mécanique qui ne peut que conduire à une récurrence rapide des ulcères. (Fig. 6) Pour l'avant-pied, dès qu'il existe une ostéite en regard d'un ulcère, nous avons opté pour une chirurgie orthopédique curatrice, plutôt qu'une prise en charge médicamenteuse exclusive prolongée guidée sur une biopsie osseuse, ou même des curetages ou des gestes osseux à minima [40] associées à des antibiothérapies prolongées. Cette option de chirurgie orthopédique d'amputations mineures « carcinologiques » (enlevant tous les tissus infectés et passant en zone saine osseuse) associée avec une fermeture primaire et une antibiothérapie

postopératoire de « couverture » inférieure à un mois, nous a permis d'obtenir 91 % de guérison d'ostéite sans récurrence, avec un délai moyen de cicatrisation de 33 jours. [19].

En fonction de la localisation, nous préconisons les interventions osseuses suivantes.

Les amputations partielles d'orteils. Nous évitons les amputations complètes en particulier du deuxième orteil favorisant le développement ou l'aggravation d'un hallux valgus. De même l'amputation du cinquième orteil est responsable d'un conflit potentiel de la cinquième tête métatarsienne et d'un hyper appui, le bord latéral du pied ayant une fonction de freinage lors de la marche et l'hallux de propulsion. Il s'agit de désarticulation interphalangienne, en gardant si possible le maximum de phalange proximale. L'incision en gueule de requin est préférable en conservant un lambeau pulpaire plus riche au niveau vasculaire.

Les amputations trans-métatarsienne de rayon. Nous les utilisons comme alternative à une amputation complète d'orteils, surtout pour les deuxième et cinquième rayons, avec des résultats très satisfaisants afin d'éviter de laisser un hyper-appui sur la tête restante, facteur potentiel de récurrence. La résection d'un seul rayon latéral n'affecte que peu la largeur du pied et entraîne peu de pathologie de surcharge sur les rayons adjacents (Fig. 7). Le cinquième métatarsien doit être ostéotomisé obliquement. En revanche nous évitons au maximum les amputations de l'hallux ou même du premier rayon qui retentissent sur les rayons latéraux avec constitution de griffes. Pour ces lésions de l'hallux, nous essayons au maximum de guérir l'ostéite par le traitement antibiotique associé éventuellement à des résections arthroplastiques de type Keller. Si l'amputation de l'hallux est nécessaire, il faut préserver le plus de longueur possible du premier métatarsien afin de rendre possible une éventuelle amputation transmétatarsienne secondaire.

Les résections isolées de têtes métatarsiennes. Nous réalisons exceptionnellement des résections isolées de têtes métatarsiennes. En effet, à l'ostéite de la tête métatarsienne est souvent associée une griffe fixée ou une souffrance vasculaire de l'orteil, nous conduisant à faire plutôt une amputation de rayon. De plus, la résection isolée de la tête métatarsienne est rarement satisfaisante sur le plan du contrôle infectieux. En revanche, dans certains cas, en particulier lors de reprise chirurgicale, il peut être indiqué de réaliser une résection alignement de toutes les têtes métatarsiennes latérales comme on le fait dans la polyarthrite rhumatoïde.

L'amputation transmétatarsienne. Elle se discute lorsque l'on ne peut pas conserver au minimum trois métatarsiens sur les rayons latéraux et quatre métatarsiens si le premier rayon a été réséqué. C'est une très bonne intervention si elle est réalisée en chirurgie réglée avec une fermeture primaire permettant un bon matelassage de la tranche d'amputation. Elle est associée à une ténoplastie des extenseurs au niveau plantaire afin d'éviter un équin secondaire et pour conserver une mobilité active en flexion dorsale [41]. Elle est proposée quand les lésions d'ostéite concernent plusieurs rayons, et surtout quand il ne reste plus que deux ou trois orteils après des interventions de « saucissonnage » répétés lors des ulcères ou des nécroses itératives (Fig. 3). Le niveau d'amputation est fonction des lésions septiques : l'incision cutanée est convexe sur la face dorsale, le lambeau plantaire doit pouvoir recouvrir l'ensemble des zones

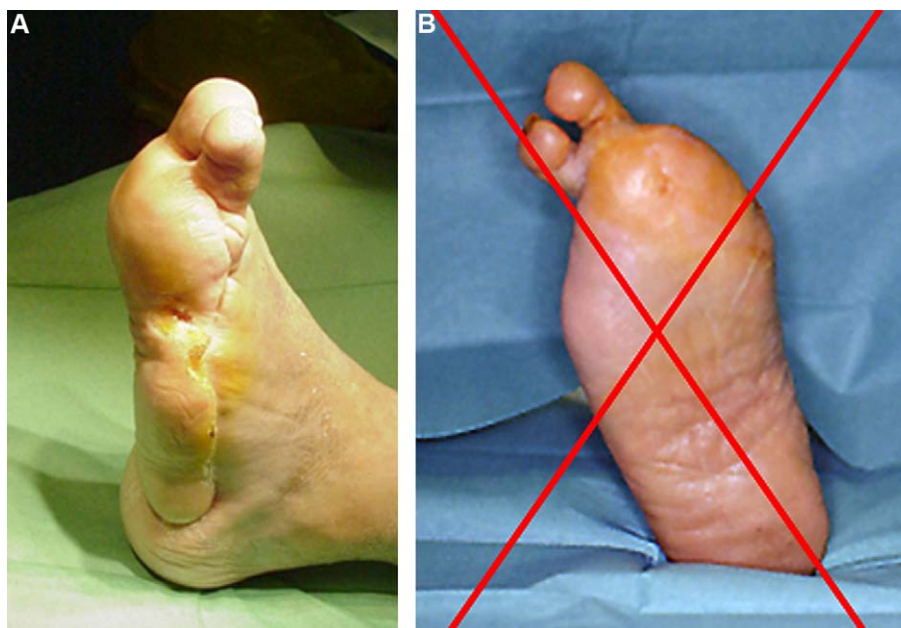


Figure 6 « Saucissonnage » progressif de l'avant-pied. A. Récidive d'ulcère avec ostéite de M4 (pied ayant conservé le premier et deuxième orteil). B. Récidive d'ulcère (pied ayant conservé le deuxième et troisième orteil).

de résection car il deviendra la zone d'appui lors de la marche et du chaussage (Fig. 8).

La variante technique proposée par Baumgardner [42], consiste à faire une amputation transmétatarsienne d'un ou plusieurs métatarsiens en conservant les orteils.

Médio-pied et arrière pied

Le traitement chirurgical est plus difficile car les amputations au-delà de l'interligne articulaire tarso-métatarsien de Lisfranc sont moins satisfaisantes fonctionnellement. Aussi, pour ces localisations, le traitement des ostéites diabétiques demeure médicochirurgical avec des antibiothérapies lourdes et prolongées plusieurs mois. La chirurgie est complémentaire.

Désarticulation de Lisfranc. Elle entraîne la perte d'une grande partie de longueur du pied et crée un déséquilibre tendineux. Il est important d'épargner l'insertion des tendons fibulaires (ou de les réinsérer sur le cuboïde), et le tendon du tibial antérieur. La base du deuxième métatarsien, enclavé entre les cunéiformes, doit être conservée pour préserver l'arc proximal. En fin de procédure ou secondairement en cas de problème septique, il faut souvent associer un allongement tendineux postérieur pour éviter un équinisme.

Désarticulation médio-tarsienne de Chopart. Classiquement, cette amputation se décompense secondairement en varus et en équin. En l'absence d'ischémie relative, on associe à cette amputation une ténoplastie des tendons tibial antérieur et court fibulaire (par des ancrés ou une réinsertion trans-osseuse entre la tête du talus et la grande apophyse du calcaneus) ainsi qu'une résection de deux à trois centimètres de tendon d'Achille [43], afin d'éviter la bascule secondaire en équin. Les déséquilibres tendineux entraînent de difficultés d'appareillage et de récives cutanées au niveau du moignon antérieur d'amputation et interdisent de conserver une flexion dorsale active (Fig. 9).

Calcanéectomie partielle ou totale. En cas de perte de substance de la région talonnière associée à une ostéite du calcaneus, la résection partielle ou souvent totale du calcaneus [44], par une incision postérieure, est une alternative de sauvetage du pied. Le gain de tissu mou obtenu suite à la résection osseuse permet souvent une fermeture primaire. Un appareillage de compensation de la région talonnière sera ensuite nécessaire.

Autres amputations. La désarticulation de la cheville selon Syme reste complexe avec un risque d'instabilité de la coque talonnière. Une infection sévère ou une ischémie contre-indique cette procédure. L'amputation de Pirogoff-Boyd a l'intérêt de maintenir une longueur suffisante de jambe pour limiter l'appareillage dans la vie quotidienne.

Pieds « aigus »

Sous la dénomination de pieds « aigus », nous regroupons les ulcères associés à des signes infectieux sévères localisés (I3 de la classification Pedis) et/ou généraux (I4 de la classification Pedis). Le plus souvent, nous évitons toute chirurgie en urgence, qui conduit à des mises à plat extensives ou à des amputations sans aucune fermeture cutanée. La cicatrisation dirigée demande ensuite souvent plusieurs semaines, avec des moignons d'amputation fragiles et exposés aux récives d'ulcération.

Notre expérience de collaboration entre les services d'endocrinologie et de chirurgie orthopédique nous a permis, pratiquement dans tous les cas, y compris pour les patients se présentant avec un état septicémique et/ou de décompensation diabétique, de « refroidir » les lésions du pied aiguës avec des protocoles de bi-ou trithérapie « empirique » à large spectre par voie parentérale [18,19,45]. On peut recommander [46] : [amoxicilline – acide clavulanique] ± [aminoglycosides (gentamicine ou nétilmicine) ou quinolones] en présence d'une cellulite ;



Figure 7 Amputations de rayons. A. Aspect cosmétique amputation deuxième rayon. B. Radiographie après amputation deuxième rayon. C. Ulcère avec ostéite cinquième orteil. D. Cinquième orteil en « saucisse ». E. Amputation du cinquième rayon.

[pipéracilline – tazobactam] + [teicoplanine (ou vancomycine ou linézolide)] + [quinolones] en cas de menace de membre ; [imipénème (ou ertapénème)] + [teicoplanine ou vancomycine ou linézolide] + [aminoglycosides] en cas de choc septique. Après 48 à 72 heures de ce « pari » médicamenteux, l'évolution infectieuse locorégionale et générale est réévaluée et se discutent alors, des indications de mise à plat d'abcès ou d'amputation itérative. L'IRM gadolinium réalisée en urgence pour ces pieds « aigus » est très utile pour diagnostiquer les collections profondes des tissus mous et leur diffusion dans les gaines tendineuses afin de guider le drainage chirurgical.

Grâce à ces antibiothérapies lourdes, élaborées avec les infectiologues, nous avons pu transformer ces lésions aiguës en lésions subaiguës ou chroniques permettant une chirurgie programmée dans les deux semaines suivant la prise en charge initiale. Pendant cette période le bilan est complété particulièrement par une évaluation vasculaire

approfondie avec mesure de la TcPO₂, doppler artériel et en fonction des résultats par une artériographie et/ou angio-IRM. Pour ces patients, est alors discuté ou réalisé un geste de revascularisation avant la chirurgie orthopédique éventuelle. En cas d'ostéite associée, la chirurgie orthopédique programmée répond alors aux mêmes principes que pour les ulcères avec cependant plus d'amputations trans-métatarsiennes du fait des lésions souvent plus sévères et des nécroses cutanées associées à la cellulite initiale.

Chirurgie préventive

Le diabète constitue un facteur de risque pour la chirurgie orthopédique. L'existence d'une neuropathie et/ou d'une artériopathie diabétique était classiquement une contre-indication à la chirurgie du pied du fait du risque de complications infectieuses, de troubles de cicatrisation et



Figure 8 Amputations transmétatarsiennes. A. cas 1—ostéite tête M3 avec ulcère. B. Amputation transmétatarsienne (aspect post-op et radiographies de contrôle). C. Cas n° 2—gangrène hallux (TcPO₂ à 25 mmHg). D. Amputation avec fermeture primaire. E. Cas n° 3—amputation: aspect et radiographie postopératoire. F. Appareillage secondaire avec orthèse plantaire compensant l'avant-pied.

de nécrose. Cependant, en cas de neuropathie diabétique, les troubles statiques et les déformations, en particulier de l'avant-pied (hallux valgus, griffes d'orteils...), majorent le risque d'ulcères qui pourront conduire à des amputations secondaires. Aussi se discute une chirurgie « préventive » du pied chez le diabétique.

En pratique il faut séparer deux cas de figures: les troubles statiques du pied chez un patient diabétique sans signes de pied « à risque », et les gestes préventifs chez un

patient diabétique présentant un pied à risque ayant ou non des antécédents d'ulcérations.

Chirurgie électorale chez un diabétique sans signes de « pieds à risque »

La chirurgie des troubles statiques du pied ne peut être envisagée qu'après un bilan complet pour éliminer une neuropathie et une artériopathie. Pour les diabétiques sans

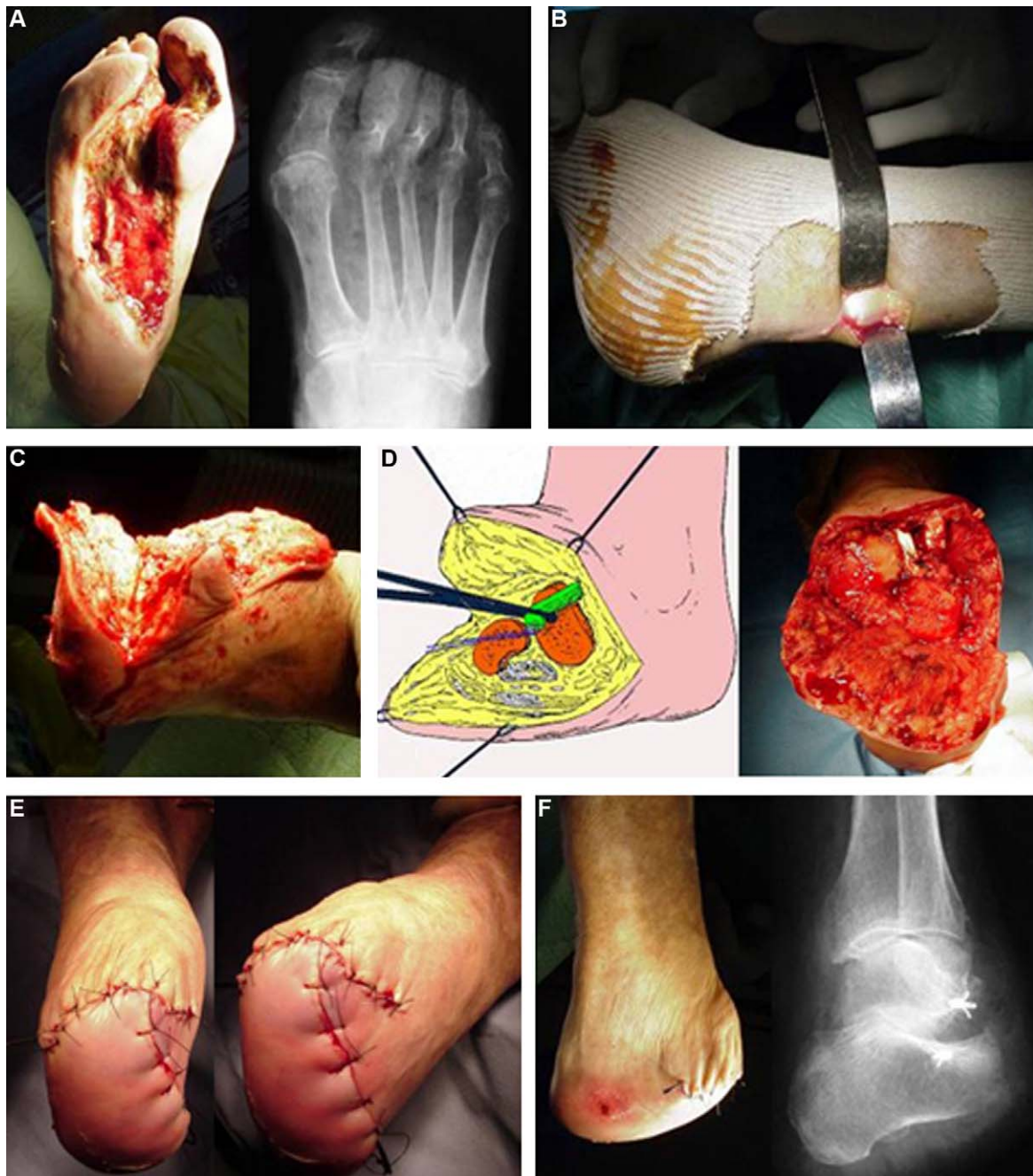


Figure 9 Amputation de Chopart. A. Lésion secondaire (J8) à une amputation « abusive » du deuxième orteil, réalisée en urgence, sur un pied aigu. B. Premier temps de l'amputation : résection de 2 cm de tendon d'Achille. C. Lambeaux d'amputation. D. Ténoplastie des tendons tibial antérieur et court fibulaire. E. Aspect postopératoire immédiat. F. Résultat à un mois.

neuropathie sensitivo-motrice des membres inférieurs et sur un terrain vasculaire relativement satisfaisant, le risque de complications de la chirurgie du pied est peu supérieur aux patients non diabétiques. Les techniques chirurgicales sont celles classiquement utilisées chez le patient non diabétique.

Chirurgie prophylactique pour limiter le risque d'ulcération

En revanche, en présence d'une neuropathie sensitivo-motrice des membres inférieurs, cette chirurgie devient

à haut risque et les complications éventuelles peuvent conduire à des amputations qu'elle était censé prévenir. De plus, compte tenu du traumatisme occasionné, la chirurgie peut engendrer la survenue de lésions d'ostéo-arthropathies neurogènes [47], même si leur fréquence est non précisée. La survenue de pied de Charcot a également été décrite après chirurgie de revascularisation [48]. Du fait de ces complications de pied de Charcot, que nous avons observé après des chirurgies de l'avant-pied chez des diabétiques ayant une neuropathie, nous proposons aujourd'hui cette chirurgie « préventive » de corrections des déformations uniquement s'il existe des antécédents d'ulcères en regard des

bursites et de conflits avec la chaussure. Les indications doivent être réfléchies, prudentes et motivées. Cette chirurgie ne peut être réalisée que dans le cadre d'études prospectives, avec une évaluation stricte de la neuropathie et par décision collégiale de l'équipe pluridisciplinaire. Dès qu'il existe des antécédents d'ulcération, le risque infectieux est majoré (14% versus 3 à 8%), le gain sur la déformation est cependant conservé à long terme [35].

Techniquement, au niveau de l'avant-pied, la chirurgie fait appel plutôt à des arthrodèses qu'à des gestes conservateurs, en particulier pour la correction des hallux valgus, afin d'éviter les récives éventuelles qui pourraient nécessiter des ré interventions. Certains gestes complémentaires simples peuvent être proposés dans la prévention de la récive d'ulcération de l'avant-pied : ténotomie de la lame des gastrocnémiens (Strayer) ou allongement du tendon d'Achille pour réduire un équin fixé, ténotomie des fléchisseurs pour les griffes d'orteils réductibles, résection arthroplastiques interphalangiennes [40]. La décompensation en abduction et pied plat du Lisfranc médial peut être à l'origine d'ulcération du médio-pied, et la stabilisation par arthrodèse avec ostéosynthèse par plaque plantaire pourra restaurer une stabilité évitant la récive de plaies.

Conclusion

Le diabète devient une véritable pandémie. Les lésions du pied diabétique représentent un problème de santé publique qui sera de plus en plus important. Leur prise en charge ne peut se faire que dans un cadre pluridisciplinaire.

Le rôle du chirurgien orthopédiste est central afin de raisonner en termes de biomécanique pour éviter, après traitement conservateur ou chirurgical, la création ou la persistance de zones d'hyper-appui, facteurs de récive des ulcérations.

En cas d'ulcération, il faut privilégier la chirurgie différée par rapport à la chirurgie en urgence, même pour les pieds « aigus » ; toujours refroidir les lésions par des antibiothérapies mêmes empiriques. Cela permet des interventions plus limitées, une suture de première intention qui permet une cicatrisation rapide et réduit la durée des antibiothérapies.

Le pied diabétique est un pied à haut risque, un pied neuropathique et vasculaire. Il faut toujours faire une évaluation vasculaire avant d'envisager une chirurgie orthopédique. Si l'état vasculaire est insuffisant, les gestes de revascularisation doivent précéder toute chirurgie orthopédique.

Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

Références

- [1] Borssén B, Bergenheim T, Lithner F. The epidemiology of foot lesions in diabetic patient aged 15–50 years. *Diabet Med* 1990;7:438–44.
- [2] Moss SE, Klein R, Klein B. The prevalence and incidence of lower extremity amputations in a diabetic population. *Arch Intern Med* 1992;152:610–6.
- [3] Boyko EJ, Arhoni JH, Smith DG, Davignon D. Increased mortality associated with diabetic foot ulcer. *Diabetic Med* 1996;13:967–72.
- [4] Apelqvist J, Bitzén PO, Larsson J, Nyberg P, Scherstén P. Prevalence of foot ulcer and utilization of preventive foot care. *Diabetes* 1998;47(Suppl. 1):A167.
- [5] Levine SE, Myerson M. Management of ulceration and infection in the diabetic foot. In: Myerson M, editor. *Foot and Ankle Disorders*, 1. Philadelphia: Saunders Company; 2000. p. 413–38.
- [6] Hecht PJ, Lee TH. The insensitive foot (diabetic foot). In: Lutter LD, Mizel MS, Pfeffer GB, editors. *Orthopaedic knowledge update: foot and ankle*. Rosemont: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 1997. p. 133–40.
- [7] Wrobel JS, Mayfield JA, Reiber GEZ. Geographic variation of lower extremity amputation in individuals with and without diabetes in the Medicare population. *Diabetes Care* 2001;24:860–4.
- [8] Siitonen O, Niskanen LK, Laakso M, Siitonen JT, Pyörälä K. Lower-extremity amputations in diabetic and non-diabetic patients. *Diabetes Care* 1993;16(Suppl. 1):16–20.
- [9] Van Houtum WH, Lavery LA, Harkless W. The impact of diabetes-related lower extremity amputations in the Netherlands. *J Diabetes Complications* 1996;10:325–30.
- [10] Boutoille D, Féraïlle A, Maulaz D, Krempf M. Quality of life with diabetes-associated foot complications: comparison between lower-limb amputation and chronic foot ulceration. *Foot Ankle Int* 2008;29:1074–8.
- [11] Apelqvist J, Larsson J, Agardh CD. Long-term prognosis for diabetic patients with foot ulcers. *J Intern Med* 1993;233:485–91.
- [12] Peters EJ, Lavery LA, International Working Group on the Diabetic Foot. Effectiveness of the diabetic foot risk classification system of the International Working Group on the Diabetic Foot. *Diabetes Care* 2001;24:1442–7.
- [13] Malgrange D, Richard JL, Leymarie F, and GFDP (groupe français Pied diabétique). Screening diabetic patients at risk for foot ulceration. A multi-centre hospital-based study in France. *Diabetes Metab* 2003;29:261–8.
- [14] Wagner Jr FW. The dysvascular foot: a system for diagnosis and treatment. *Foot Ankle* 1981;2:64–122.
- [15] Armstrong DG, Lavery LA, Harkless LB. Treatment-based classification system for assessment and care of diabetic feet. *J Am Podiatr Med Assoc* 1996;86:311–6.
- [16] International Working Group on the Diabetic Foot. International consensus on the diabetic foot. www.iwgdf.com, 2003.
- [17] 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):S90–5.
- [18] Besse JL, Michon P, Ducotter X, Lerat JL, Orgiazzi J. Diabetic foot ulcers with osteitis, cellulites or necrosis, treated by orthopaedic surgery: results and interest of preoperative bacteriology and imaging investigations. DF.S.G. International meeting. (Diabetic Foot Study Group)—Crieff, Scotland. 2001.
- [19] Besse JL, Michon P, Kawchagie M, Ducotter X, Moyer B, Orgiazzi J. Maux perforants diabétiques avec ostéite, cellulite ou nécrose, traités par chirurgie orthopédique. *Rev Chir Orthop* 2002;88(Suppl. 6):255.
- [20] Enderle MD, Coerper S, Schweizer HP, Kopp AF, Thelen MH, Meisner C, et al. Correlation of imaging techniques to histopathology in patients with diabetic foot syndrome and clinical suspicion of chronic osteomyelitis. *Diabetes Care* 1999;22:294–9.
- [21] Delly DM, Schweitzer ME. MR imaging of bone marrow disorders. *Radiol Clin North Am* 1997;35:193–201.
- [22] Bayley TS, Yu HM, Rayfield EJ. Patterns of foot examination in a diabetes clinic. *Am J Med* 1985;78:371–4.
- [23] Payne TH, Gabella BA, Michael SL, Young WF, Pickard J, Hofeldt FD, et al. Preventive care in diabetes mellitus: cur-

- rent practices in an urban health-care system. *Diabetes Care* 1989;12:745–7.
- [24] Prompers L, Huijberts M, Apelqvist J, Jude E, Piaggese A, Bakker K, et al. Delivery of care to diabetic patients with foot ulcers in daily practice: results of the Eurodiale Study, a prospective cohort study. *Diabet Med* 2008;25:700–7.
- [25] Leibner ED, Brodsky JW, Pollo FE, Baum BS, Edmonds BW. Unloading mechanism in the total contact cast. *Foot Ankle Int* 2006;27:281–5.
- [26] Ali R, Qureshi A, Yaqoob MY, Shakil M. Total contact cast for neuropathic diabetic foot ulcers. *J Coll Physicians Surg Pak* 2008;18:695–8.
- [27] Dhalla R, Johnson JE, Engsborg J. Can the use of a terminal device augment plantar pressure reduction with a total contact cast? *Foot Ankle Int* 2003;24:500–5.
- [28] Guyton GP. An analysis of iatrogenic complications from the total contact cast. *Foot Ankle Int* 2005;26:903–7.
- [29] Ha Van G, Siney H, Hartmann-Heurtier A, Jacqueminet S, Greau F, Grimaldi A. Non removable, windowed, fiberglass cast boot in the treatment of diabetic plantar ulcers: efficacy, safety, and compliance. *Diabetes Care* 2003;26:2848–52.
- [30] Tamir E, Heim M, Siev-Ner I. Removable fiberglass de-loading cast for the management of neuropathic plantar ulceration of the foot. *Isr Med Assoc J* 2005;7:507–10.
- [31] Armstrong DG, Lavery LA, Wu S, Boulton AJ. Evaluation of removable and irremovable cast walkers in the healing of diabetic foot wounds: a randomized controlled trial. *Diabetes Care* 2005;28:551–4.
- [32] Katz IA, Harlan A, Miranda-Palma B, Prieto-Sanchez L, Armstrong DG, Bowker JH, et al. A randomized trial of two irremovable off-loading devices in the management of plantar neuropathic diabetic foot ulcers. *Diabetes Care* 2005;28:555–9.
- [33] Caravaggi C, Faglia E, De Giglio R, Montero M, Quarantiello A, Sommariva E, et al. Effectiveness and safety of a non removable fiberglass off-bearing cast versus a therapeutic shoe in the treatment of neuropathic ulcers. A randomized study. *Diabetes Care* 2000;23:1746–51.
- [34] Wu SC, Jensen JL, Weber AK, Robinson DE, Armstrong DG. Use of pressure offloading devices in diabetic foot ulcers: do we practice what we preach? *Diabetes Care* 2008;31:2118–9.
- [35] Van Acker K, Vandeleene B, Vermassen FL. Prise en charge du pied diabétique dans un centre spécialisé. Albe De Coker Edition; 2008.
- [36] Laborde JM. Neuropathic plantar forefoot ulcers treated with tendon lengthenings. *Foot Ankle Int* 2008;29:378–84.
- [37] Mueller MJ, Sinacore DR, Hastings MK, Strube MJ, Johnson JE. Effect of Achilles tendon lengthening on neuropathic plantar ulcers. A randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg (Am)* 2003;85:1436–45.
- [38] Berendt AR, Peters EJ, Bakker K, Embil JM, Eneroth M, Hinchliffe RJ, et al. Diabetic foot osteomyelitis: a progress report on diagnosis and a systematic review of treatment. *Diabetes Metab Res Rev* 2008;24(Suppl. 1):S145–61.
- [39] Bowker JH, San Giovanni TP. Amputations and disarticulations. In: Myerson M, editor. *Foot and Ankle disorders*, 1. Philadelphia: Saunders Company; 2000. p. 466–503.
- [40] Kim JY, Kim TW, Park YE, Lee YJ. Modified resection arthroplasty for infected non-healing ulcers with toe deformity in diabetic patients. *Foot Ankle Int* 2008;29:493–7.
- [41] Berlemont M. Le devenir des amputations du pied. Intérêt de la désarticulation de Chopart avec ostéo-ténoplastie. *Med Chir Pied* 1993;9:99–106.
- [42] Baumgartner RF. Partial foot amputation: aetiology, principles, operative techniques. In: Murdoch G, editor. *Amputation surgery and lower limb prosthetics*. Oxford: Blackwell; 1988. p. 97–104.
- [43] Letts M, Pyper A. The modified Chopart's amputation. *Clin Orthop* 1990;256:44–9.
- [44] Baumhauer JF, Fraga CJ, Gould JS, Johnson JE. Total calcaneotomy for the treatment of chronic calcaneal osteomyelitis. *Foot Ankle Int* 1998;19:849–55.
- [45] Besse J.L., Kawchagie M., Michon P., Ducottet X., Moya B., Orgiazzi J. Medical surgical team work for diabetic foot management at Lyon-Sud Hospital. Organization and results (Euroforum on the diabetic foot). 4th congress E.F.O.R.T. (European Federation of National Associations of Orthopaedics and Traumatology)—Bruxelles. 1999.
- [46] Bernard L, Lavigne JP. Recommandations pour la pratique clinique. Prise en charge du pied diabétique infecté (organisées par la SPILF et l'ALFEDIAM). 2006.
- [47] Banks D, Gellman RE, Davis WH. Foot surgery can lead to bone degeneration in diabetic patients. Anaheim, USA: American Orthopaedic Foot and Ankle Society Annual Winter meeting; 1999.
- [48] Edelman SV, Kosofsky EM, Paul RA, Kozak GP. Neuro-osteoarthropathy (Charcot's joint) in diabetes mellitus following revascularization surgery. *Arch Intern Med* 1987;147:1504–8.