

# Peut-on prévenir les amputations majeures chez les diabétiques neuropathiques ?

## Can major amputation in neuropathic diabetic be prevented?

F Lengua, A La Madrid, J Vargas

*Service de chirurgie thoracique et cardiovasculaire de l'hôpital de la Police. Lima (Pérou).*

### Mots clés

- ◆ Pied diabétique
- ◆ artérialisation pied
- ◆ pontage à la cheville

### Résumé

But de l'étude : montrer la possibilité d'éviter et même prévenir des amputations majeures par pontage d'artérialisation à la cheville chez des diabétiques neuropathiques avec pouls à la cheville et lésions nécrotiques de l'avant-pied à tendance récidivante.

Matériel et méthodes : 10 diabétiques, 9 hommes et 1 femme, avec lésions nécrotiques distales en dépit de la présence de pouls à la cheville, ont été artérialisés entre janvier 2007 et octobre 2009. Il y avait 9 hommes et 1 femme, moyenne d'âge de 55 ans et 9 mois (extrêmes : 46-62 ans). Deux avaient un œdème chronique au pied et à la jambe, 8 des nécroses des orteils, 1 un mal perforant plantaire et un autre un ulcère au gros orteil. L'évaluation des pouls a été déterminante dans la décision de l'artérialisation. Le pouls a été coté par de croix de 0 à 4+. Six avaient 1 seul pouls et les 4 autres les deux pouls palpables au cou-de-pied. L'examen Doppler a été par contre un examen complémentaire. Tous les patients ont eu l'indice cheville-bras dans des limites normales et une artériographie comprenant le pied. Ils ont été traités par un pontage à la cheville entre une artère au bon flux et la veine marginale interne du pied.

Résultats : sur les 10 artérialisations, il a eu 1 échec suivi d'une amputation de jambe et 9 succès avec un recul moyen de 17 mois. Sept pontages se sont thrombosés après 6 mois en moyenne et 2 sont encore perméables.

Deux récidives : l'un 2 ans et 5 mois après son opération et l'autre après 5 mois. Pas de décès, pas d'amputation majeure, pas de surcharge cardiaque ni de varices.

Conclusion : ces résultats plaident en faveur de l'artérialisation comme moyen d'éviter ou même de prévenir des amputations majeures chez des diabétiques neuropathiques. Un plus grand nombre d'opérés avec un suivi long est nécessaire pour que ces conclusions soient définitives.

### Keywords

- ◆ Diabetic foot
- ◆ foot arterialization
- ◆ ankle bypass

### Abstract

Objective. To prove the possibility to avoid and even prevent mayor amputation in neuropathic diabetic foot with palpable pulse at the ankle and reoccurring tendency to necrotic lesions, by use of the arterialization of the veins of the foot.

Patients and Method. 10 diabetic patients with distal necrotic lesions in spite of palpable pulse have been arterialized by means of a by-pass at the ankle from January 2007 to October 2009. There have been 9 men and 1 woman, mean age 55 years and 9 months (extremes 46-62 years), 2 of them having a chronically oedema at the foot end leg, 8 had necrosis of the toes, 1 had a plantar ulcer and one more an ulcer of the first toe.

The intensity of the pulses has been determining in the decision of the arterialization; it has been marked + 0 to +4. Six patients had only one pulse and 4 had two palpables pulses at the ankle. The Doppler test has been complementary. All the patients have had a total limb arteriography. They have had a by-pass at the ankle between a good flowing artery and the medial vein of the foot.

Result. Among the 10 arterialization there has been 1 failure followed by amputation of the leg and 9 successes; mean follow-up 17 months. 7 by-passes have occluded after 6 months on average, and 2 of them are still patent. 2 recurred, one after 2 years and 5 months and an other after 5 months. There has been no death, no mayor amputation, no cardiac overloading and no varicose veins.

Conclusion. These results speak in favour of the arterialization by means of a small by-pass in diabetic neuropathic patients with pulses at the ankle, in order to avoid mayor amputation or even prevent them. A more important number of this sort of arterialisation and a larger follow-up is necessary to assert definitive conclusions.

Les trois formes cliniques du pied diabétique, neuropathique, ischémique et infectieux, sont généralement de présentation intriquée, raison pour laquelle, dans la pratique, on ne considère que deux groupes selon la présence ou non de pouls dis-

taux au cou-de-pied, ces derniers guidant le traitement (1). Cette classification exclut le pied diabétique infectieux, infection qui se surajoute à la neuropathie ou à l'ischémie ; il en résulte un plus grand nombre de cas de pieds diabétiques.

### Correspondance :

55 rue Principale, 67110 Oberbronn, France  
Ou Av. Galvez Barrenechea 1084-Lima 27, Pérou.  
Email : lenguafrancisco@hotmail.com

Obs	Age	Date op	Lésions pied	Pouls	Durée pont	Suivi	Résultat
1	53 / H.	15/02/2007	nécr orteils plus métatars	pédieux 4+	3 semaines		
	53 / H.	23/04/2009	récidive : mal perf. plant	tib post 3+	12 mois	40 mois	Succès
2	58 / H.	14/08/2007	nécr. orteils-coulée plant	péd tib post 4+ (-)	4 mois	34 mois	Succès
3	46 - H.	09-09-2008	ulcère gros orteil	tib ant. 4+ tib post 2+	7 mois	19 mois	Succès
4	58 - H.	31/01/2009	nécr. orteils plus métatars	Tib ant 3+ tib post (-)	9 mois	amp jambe	Échec
5	61 - F.	31/04/2009	nécr orteil - bord ext. pied	pédieux 3+ tib post 1+	1 mois	13 mois	Succès
6	54 - H.	07/05/2009	nécr.orteils - coulée plant	pédieux 4+ tib post (-)	11 mois	11 mois	Succès
7	57 - H.	14/05/2009	nécr orteils - coulée plant	pédieux 1+ tib post 4+	5 mois	11 mois	Succès
8	58 - H.	01/06/2009	mal perf. Plantaire récidive : nécr orteils	pédieux 4+ tib post (-)	6 mois	10 mois	Succès
9	52 - H.	18/06/2009	nécr.orteils-coulée plant	pédieux (-) tib post 4+	2,5 mois	10 mois	Succès
10	62 - H.	05/10/2009	nécr. orteil	pédieux 4+ tib post (-)	6 mois	6 mois	Succès

Ces dernières décennies, on a remarqué que les signes cliniques des diabétiques neuropathiques avec pouls à la cheville ont subi des variations dans leurs présentations ; ainsi, la neuropathie avec tendance à la déformation du pied (pied de Charcot) et sa lésion caractéristique, le mal perforant plantaire, sont à l'heure actuelle, de présentation moins fréquente. Ces diabétiques viennent à la consultation avec des lésions nécrotiques à l'avant-pied (parfois au talon) et des pouls palpables à la cheville. Et ont de ce fait été pris en compte dans le groupe du pied diabétique neuropathique et ont été traités avec de bons résultats : par résection, mise à plat et vasodilatateurs et antibiotiques si nécessaire. Le pied considéré comme étant bien irrigué, il n'y a pas eu d'artériographie, bien que dans certains cas cet examen ait été considéré comme nécessaire pour justifier une revascularisation, notamment chez des diabétiques (2, 3). Une tendance à la récurrence de ces nécroses, conduit à l'amputation du membre dans plus d'un tiers des cas (4-6).

Ce travail a pour but d'attirer l'attention sur les bénéfices de l'artérialisation par petit pontage (PP) pour éviter, voire prévenir, les amputations majeures chez ce type de patients.

## Matériel et méthode

De janvier 2007 à octobre 2009, 10 diabétiques ont été opérés par pontage à la cheville. Il y a eu 9 hommes et 1 femme, (moyenne d'âge 55 ans 9 mois, extrêmes : 46-62 ans). Huit avec nécroses à l'avant-pied (orteils), 4 d'entre eux avec une coulée vers la plante, 1 cas avec un mal perforant plantaire et un autre avec un ulcère au gros orteil, ces lésions évoluant de

façon torpide pendant plus d'1 mois. Dans ce groupe de 10 patients, 2 avaient un œdème chronique au pied et à la jambe. Le premier cas a été opéré lors de la deuxième récurrence des nécroses et les 9 autres d'emblée (7), leurs artériographies montrant des images d'obstruction des artères à la jambe ou au pied. Un seul pouls palpable à la cheville chez 6 d'entre eux a justifié la revascularisation. Sept étaient hypertendus, 2 en insuffisance rénale dont l'un nécessitant des séances d'hémodialyse, 2 étaient des fumeurs invétérés et 2 avaient une rétinopathie diabétique.

La palpation des pouls au cou-de-pied a été déterminante dans la décision chirurgicale

de ces patients. Le pouls a été pris au lit du malade par 2 chirurgiens vasculaires et 2 cliniciens dont un diabétologue. Leur évaluation a été cotée par des croix de 0 à 4 (tableau). Un pouls à 4 ou même à 3 croix (mais à flux direct) pour l'une des artères, soit la pédieuse, soit la tibiale postérieure rétro-malléolaire, a été suffisant pour prendre la décision chirurgicale, bien qu'un pouls palpable à la cheville pût être d'origine collatérale. Dans cette éventualité, une exploration chirurgicale s'est imposée (fig. 1).

Six patients ont eu une artériographie digitalisée par voie antérograde avec cathéter et soustraction d'images, trois autres de façon classique et chez l'un par angiorésonance magnétique pour une insuffisance rénale. L'index cheville-bras a été chez tous dans des limites normales. L'état des veines du pied a été vérifié par examen clinique et au Doppler.

Nous avons réalisé cette artérialisation au moyen d'une greffe veineuse entre une artère au bon flux à la cheville et la veine marginale interne du pied anastomosée proximale et distalement en T-L. Cette anastomose a été exécutée 6 fois à l'artère pédieuse (l'une d'elle deux fois pour thrombose), 2 fois à la tibiale postérieure rétro-malléolaire et 2 fois à la tibiale antérieure.

## Le cou-de-pied - Limites

Les limites du cou-de-pied ne sont pas les mêmes pour tous les auteurs. Il faut rappeler que la ligne de l'articulation tibio-tarsienne étant la limite anatomique artérielle, le segment le plus distal de l'artère tibiale antérieure appartient au cou-de-pied, pour s'appeler artère pédieuse en traversant



Figure 1. Patient diabétique. Vaisseaux au pied opacifiés par voie collatérale. Pouls pédieux palpable (2 à 3 +), mais à flux insuffisant pour un pontage à l'exploration chirurgicale.

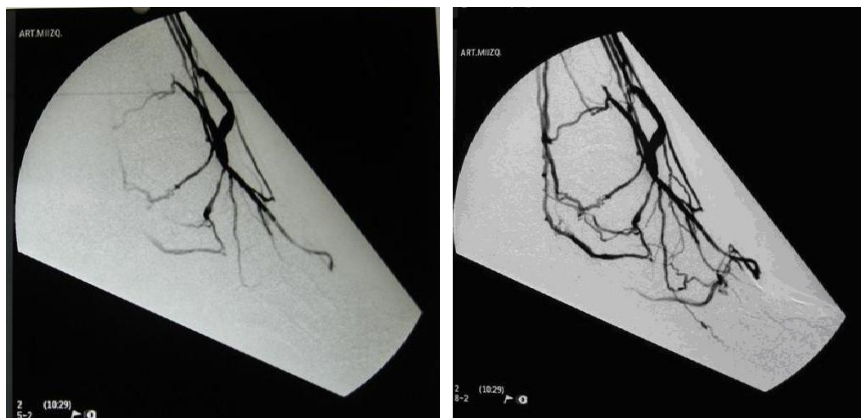


Figure 2. Images séquentielles d'un pontage étalé entre la cheville et le pied.

cette ligne, et que la tibiale postérieure rétromalléolaire garde son nom jusqu'à sa division en artère plantaire interne et plantaire externe. Néanmoins, il a été fait mention d'une artère plantaire commune, mais sans fixer ses limites (8).

À des fins pratiques pour cette chirurgie, nous considérons comme cheville la zone comprise entre 3 travers de doigt au dessus et 1 travers de doigt en dessous de la ligne de flexion du pied. De ce fait, les pontages sont de deux sortes : les plus longs étalés entre la cheville et le pied (fig. 2) et les moins longs étalés sur le dos du pied.

### Technique opératoire

La technique d'artérialisation du pied par PP à la cheville est dans son ensemble similaire à celle déjà décrite (9). Cependant, quelques points sont à préciser :

- anesthésie locale avec narco-lepto-analgésie et parfois tronculaire, à la xylocaïne à 1 % ;
- la greffe a été un segment de veine saphène interne (5 à 10 cm) pris sur la même jambe ou sur la jambe opposée ;
- les incisions ont été courbes, mais en changeant le sens selon l'artère prise pour le pontage (fig. 3) ;
- dévalvulation des veines du pied.

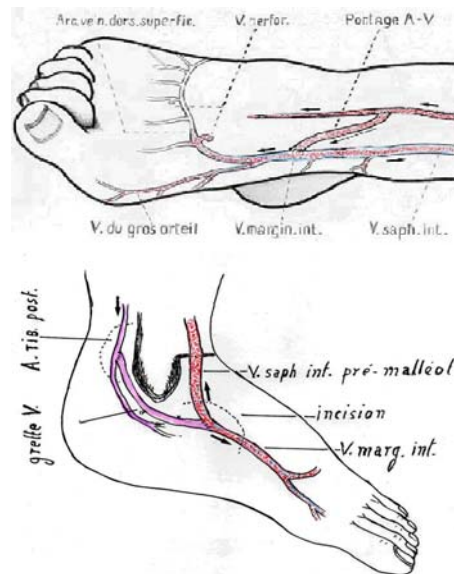


Figure 3. Schémas de l'opération d'artérialisation par petit pontage à la cheville.

### Résultats

Parmi les 10 artérialisés, il a eu un échec chez un patient avec un diabète à évolution maligne qui avait déjà été amputé du côté opposé. L'extension de la nécrose infectée au pied a entraîné une septicémie qui nous a contraints à l'amputation de jambe malgré la perméabilité du pontage. Les 9 autres ont été des succès bien qu'une thrombose s'était produite au 6<sup>e</sup> mois en moyenne chez 7 d'entre eux, 2 étant encore perméables. Le suivi a été de 17 mois en moyenne (recul en juin 2010). Chez 4 patients, on a constaté à l'acte chirurgical une médiacalcosse de l'artère exposée. Il y a eu 2 récurrences, l'une pour un mal perforant plantaire 2 ans et 5 mois après l'intervention (observation 1 décrite ci-dessous) et l'autre (observation 8) pour nécrose de 3 orteils, 5 mois après l'intervention. Il a été traité par amputation des orteils suivie d'une bonne cicatrisation. Pas d'amputation majeure hormis l'échec, pas de décès, pas de surcharge cardiaque, pas de varices.

### Observation 1

Patient de 53 ans encore en activité, diabétique depuis 20 ans, insulino-dépendant, en insuffisance rénale compensée. Sensibilité diminuée et réflexe achilléen légèrement émoussé. Présence de poulx au cou-de-pied (pédieuse 4+, tibiale postérieure rétromalléolaire 3+). L'évaluation du flux au Doppler a été similaire en nombre de croix à celui du poulx. Pas d'artériographie. En mai 2006, il avait été amputé du gros orteil droit comprenant le segment distal du métatarsien pour une



Figure 4a. Artère pédieuse et ses branches à des fins comparatives.

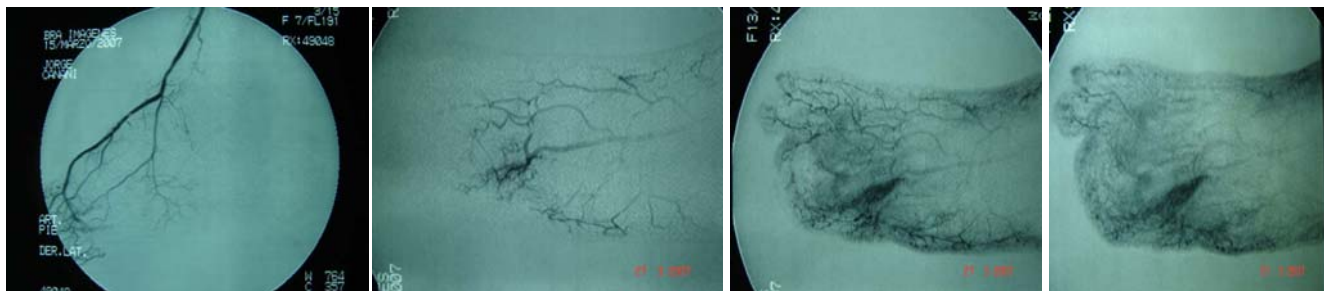


Figure 4 b, c, d, e. Images séquentielles avec cathéter dans l'artère pédieuse après obstruction du pontage. Multitude de tout petits vaisseaux : néo-artériogénèse et néo-angiogénèse.

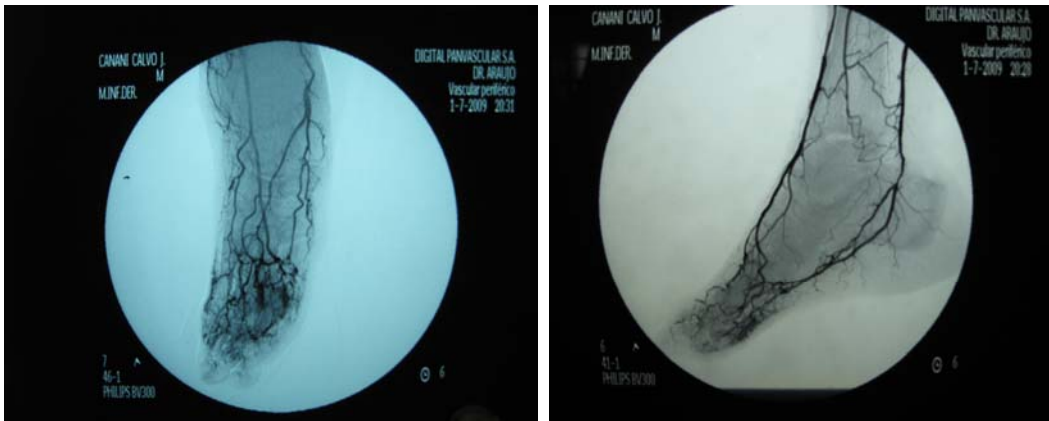


Figure 5. Observation 1. Face et Profil : 2,5 ans après thrombose du son pontage d'artérialisation. Perméabilité des artères à la cheville et au pied, mais avec une anarchie des petits vaisseaux à l'avant-pied et thromboses multiples, visibles avec plus de netteté dans l'image de face.

nécrose infectée qui s'est étalée vers la plante suivant le trajet du tendon du long péronier. Il a été traité par mise à plat. La plaie a bien cicatrisé. A la mi-décembre 2006, la nécrose a récidivé comprenant les orteils 2 et 3. Il a été traité sans amélioration par des séances d'oxygène hyperbare. Une amputation majeure a été décidée en comité médical.

J'ai vu le patient par la première fois le 03/01/2007. Compte tenu de son âge, il a été décidé de tenter de sauver le membre. Une nouvelle résection de propreté de ces 2 orteils a été faite suivie d'une artérialisation réalisée le 15/02/2007 au dos du pied entre l'artère pédieuse et la veine marginale interne. Ce pontage s'est thrombosé trois semaines plus tard, probablement à cause du trajet du greffon en-dessous des tendons. La plaie d'amputation partielle a bien cicatrisé, le patient a repris la marche normalement. Un contrôle par artériographie sélective (avec cathéter jusqu'à l'artère pédieuse) a été fait une semaine après l'occlusion du pontage ; elle montre une grande quantité de très petits vaisseaux (fig. 4) qui parlent en faveur d'une néo artériogénèse et d'une néo-angiogénèse.

Le patient est perdu de vue pendant 2 ans et 5 mois, il a été hospitalisé à nouveau en juin 2009 pour un mal perforant plantaire infecté et de petites excoriations qui ont rapidement guéri sur la cicatrice d'amputation des orteils.

Son état général amélioré, une artériographie digitale sélective du pied a été faite le 01/07/2009. Elle a montré la perméabilité des axes artériels mais avec des images d'une importante altération dans l'irrigation à l'avant-pied due à de multiples petits vaisseaux thrombosés (fig. 5). La perméabilité de la veine marginale interne a été vérifiée cliniquement et au Doppler. Une nouvelle artérialisation à côté du pont occlus a été faite le 23/07/2009. Cliniquement amélioré et le mal perforant réduit à 50 %, le 10 août 2009, le patient a demandé instamment et obtenu sa sortie de l'hôpital. Il a été hospitalisé à nouveau le lendemain pour une pneumonie qui a cédé à l'antibiothérapie. Fin septembre 2009, il rentre chez lui avec son pontage perméable et le mal perforant cicatrisé

grâce à des autogreffes de peau. En juin 2010, 40 mois de recul.

### Observation 2

Patient de 58 ans, diabétique depuis 25 ans, insulino-dépendant, en invalidité, hypertendu sous traitement. Il présente une nécrose du gros orteil et une insuffisance rénale nécessitant 2 séances hebdomadaires d'hémodialyse. L'angi-résonance magnétique nucléaire donne des images insuffisantes, en particulier à la partie distale du membre. Ce malade nous avait été transféré du service de médecine le 25 septembre 2007 pour diabète difficilement contrôlable et pour étalement de la nécrose du gros orteil qui a été amputé trois jours plus tard. A l'examen clinique, le pouls pédieux est à 4+, le tibial postérieur rétromalléolaire (-) et au Doppler 4+ pour le pédieux et 2+ le tibial postérieur. Le patient a été artérialisé le 05/10/2007 au moyen d'un court pontage sous-cutané au dos du pied. Pendant les trois premières semaines post-opératoires la nécrose infectée de la plaie d'amputation progresse par une coulée vers la plante du pied, et quelques jours plus tard vers le bord interne du pied, qui ont été traitées par mise à plat et résection de propreté. La physiopathologie de l'étalement de ces lésions après artérialisation a déjà été évoquée dans un travail antérieur (9). Après une semaine, la plaie commence à bourgeonner (fig. 6a) et la cicatrisation a été obtenue en deux mois grâce à des greffes de peau en lanières (fig. 6b et 6c) où on peut voir les cicatrices du petit pontage au dos du pied). Le pontage est resté perméable pendant 4 mois. Un contrôle angiographique au CO<sub>2</sub> fait pour suspicion de l'occlusion du greffon ne donne pas de bonnes images. Le patient est rentré chez lui, sa plaie complètement cicatrisée. Il a repris la marche. Il a été revu à l'hôpital central tous les 6 mois pour contrôle de sa pathologie rénale. Il n'y a pas eu de récurrence ni de nécroses jusqu'à ce jour (34 mois).



Figure 6. Diabétique avec insuffisance rénale (hémodialyse) et pouls pédieux 4+ et tibiale postérieure (o). Ample nécrose au pied traitée par pontage d'artérialisation au dos du pied. Bonne évolution depuis 32 mois.

## Discussion

Dans le cas de pied diabétique neuropathique avec pouls à la cheville, le pied a été considéré comme bien irrigué ; en conséquence, la revascularisation n'a été ni indiquée ni faisable car d'origine fonctionnelle (10). Néanmoins Rivers et Veith (3) ont revascularisé 7 diabétiques de 8 artériopathiques avec des nécroses au pied-antérieur et des pouls à la cheville, dont 6 par by-pass artério-artériel au cou-de-pied avec 75 % de succès. D'autres auteurs ont aussi obtenu chez des diabétiques revascularisés par pontage classiques, une amélioration traduite par une stabilisation des troubles sensitifs et une amélioration des troubles moteurs (vitesse de conduction nerveuse) qui aboutiraient à la déformation du pied (11-13).

De par leur aspect, leur évolution et surtout leur localisation (orteils), ces lésions ne peuvent pas être considérées comme étant d'origine à prédominance neuropathique. Il y a, surtout à l'avant-pied, un facteur ischémique organique sévère surajouté mais difficilement mis en évidence car souvent masqué par la symptomatologie neuropathique concomitante (10). L'origine doit donc plutôt être considérée comme neuro-ischémique (14) mais à prédominance ischémique. C'est à ce groupe de patients que l'artérialisation veineuse par PP artério-veineux s'adresse, compte tenu de la physiopathologie de l'artérialisation au pied, notamment la possibilité de création d'une néo-artériogénèse et d'une néo angiogénèse (fig. 4).

Malgré les méthodes non invasives existantes disponibles pour l'évaluation des diabétiques, elles n'ont malheureusement pas été réalisées par manque de matériel adéquat. La prise du pouls, pierre angulaire de l'examen clinique, est l'un des moyens le plus fiable et le moins onéreux (15-17), raison pour laquelle il a été adopté pour notre décision chirurgicale.

Dans la pratique, la résection des nécroses chez ce type de pied diabétique neuropathique n'est faite qu'à la première présentation ; en présence des suivantes, la tendance est à l'amputation majeure, l'argument étant d'éviter la « chirurgie du saucisson » (recoups répétées) ou « salami surgery ou woodpecker » des anglo-saxons. Face aux récidives, ces patients vont accepter plus facilement l'amputation proposée. Mais que peut-on faire pour ce tiers de patients qui perdra son membre ? Devons nous nous contenter d'attendre la deuxième ou la troisième récurrence, avec le risque que ce soit trop tard ?

L'artérialisation a été réalisée chez nos deux patients malgré la présence d'un œdème, en l'occurrence léger, et la petite quantité de sang artériel déviée dans le système veineux.

L'interprétation physiopathologique de nos images radiologiques reste du domaine de l'hypothèse. Les sangs artériels et veineux n'ont pas les mêmes caractéristiques chimiques : oxyhémoglobine, CO<sub>2</sub>, pH, électrolytes, et physiques : flux, débit, pression, température, respectivement. En conséquence, on peut concevoir que le flux artériel entrant dans le système veineux en terrain ischémique sévère produira un « traumatisme vasculaire », un « shear stress » : cisaillement frictionnel sur la surface cellulaire endothéliale de la paroi et la force compensatrice exercée pour contrecarrer cette pression (18). Ces facteurs signalés dans les travaux d'expérimentation comme étant les stimulateurs d'une angiogénèse (« l'augmentation dans la production de VEGF dure au moins trois semaines et semble être accompagnée par une augmentation des capillaires... ») et d'une artériogénèse manifestées dès la première semaine (19) peuvent aussi jouer ce même rôle dans l'artérialisation. De plus, la fistule artério-veineuse chez l'homme induit une augmentation de la NOS (oxyde nitrique synthèse), puissant facteur vasoactif, par la tension du flux artériel exercée sur l'endothélium veineux (20). Les images présentées trouveraient là une explication bien fondée.

Nous avons été surpris par les images obtenues par contrôle sélectif de l'artère pédieuse après l'occlusion à trois semaines du petit pontage d'artérialisation du premier opéré. Ces images nous ont motivés à poursuivre avec cette technique et

bien qu'encourageantes elles ne peuvent être suffisantes pour être totalement irréfutables.

D'après la littérature, plus d'un tiers des nécroses récidivantes des diabétiques se soldent par une amputation majeure : s'ils n'avaient pas été opérés, trois de nos malades auraient été amputés. Nous n'avons eu qu'une seule amputation.

## Conclusion

Ces résultats plaident en faveur de l'artérialisation par PP à la cheville pour éviter, voire prévenir à moyen terme (1 à 5 ans), des amputations majeures chez les patients avec pied diabétique neuropathique et pouls à la cheville. Le petit nombre de cas opérés et le manque d'un suivi plus long ne permettent pas de conclusions définitives.

## Références

1. Sizer JS, Wheelock FC. Digital amputation in diabetic patients. *Surgery* 1972;72:980-9.
2. Andros G, Harris RW, Dulawa LB, et al. The need for arteriography in diabetic patients with gangrene and palpable foot pulses. *Arch Surg* 1984;119:1260-63.
3. Rivers SP, Scher I, Veith F. Indications for distal arterial reconstruction in the presence of palpable pedal pulses. *J Vasc Surg* 1990;12: 552-7.
4. Stone PA, Back MR, Armstrong PA, et al. Midfoot Amputations Expand Limb Salvage Rates for Diabetic Foot Infections. *Ann Vasc Surg* 2005;19:805-11.
5. Goldenberg S, Alex M, Joshi RA, et al. Nonatheromatous peripheral vascular disease of the lower limb in diabetes mellitus. *Diabetes* 1959;8:261-73.
6. Nehler MR, Whitehill TA, Bowers SP, et al. Intermediate-term outcome of primary digit amputation in patients with diabetes mellitus who have forefoot sepsis requiring hospitalization and presumed adequate circulatory status. *J Vasc Surg* 1999;30:508-18.
7. Moini M, Rasouli MR, Heidari P, et al. Role of early surgical revascularization in the management of refractory diabetic foot ulcers in patients without overt ischemic limbs. *Foot Ankle Surg* 2010;16:50-1.
8. Roddy SP, Darling III RC, Chang BB, et al. Résultats des pontages sur les artères plantaires pour ischémie menaçant la vitalité du membre. *Ann Chir Vasc* 2001;15:79-83.
9. Lengua F, Talla A, Soloviesky V. Artérialisation temporaire à contre-courant du pied diabétique. *e-Mém Acad Nat Chir (Paris)* 2005;4(4):28-34.
10. Malmsted J, Leander K, Wahlberg E, et al. Outcome. After leg bypass for critical limb ischemia is poor in patients with diabetes. *Diabetes Care* 2008;31:887-92.
11. Akbari CM, Gibbons GW, Hebershaw GM, et al. The effect of arterial reconstruction on the natural history of diabetic neuropathy. *Arch Surg* 1997;132 148-52.
12. Young MJ, Veves A, Smith JV, et al. Restoring lower limb blood flow improves conduction velocity in diabetic patients: further clues to the aetiology of diabetic neuropathy? *Diabetologia* 1995;38:1051-15.
13. Toursarkissian B, Connaughton JC, D'Ayala M, et al. La revascularisation des membres inférieurs améliore-t-elle les seuils de perception sensitive ? *Ann Chir Vasc* 2002;16:309-13.
14. Campbell WB, Ponette D, Sugiono M. Long-term results following operation for diabetic problems. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2000;19:174-77.
15. Gibbons G W, Wheelock FC, Siembieda C, et al. Noninvasive prediction of amputation level in diabetic patients. *Arch Surg* 1979;114:1253-57.
16. Lundin M, Wiksten JP, Läpentalo M. Distal pulse palpation: is it reliable? *World J Surg* 1999;23:252-5.
17. Toursarkissian B, Hagino RT, Kahn K, et al. L'artériographie permet-elle de prédire la cicatrisation des amputations transméatarsiennes chez le diabétique ? *Ann Chir Vasc* 2005;19:769-73.
18. Collinson JD, Donnelly R. Therapeutic angiogenesis in peripheral disease: can biotechnology produce an effective collateral circulation? *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2004;28:2-23.
19. Wahlberg E, Angiogenesis and arteriogenesis in limb ischemia. *J Vasc Surg* 2003;28:198-203.
20. Sarramon JP, Malamud B, Gamme X, et al. Chirurgie vasculaire et dysfonction érectile. *e- Mém Acad Nat Chir* 2007;6(4):43-8.