

# IRM ET INDICATIONS CHIRURGICALES, DANS LE MAL PERFORMANT CHEZ LE DIABÉTIQUE

O. JARDE\*, V. FILLOUX\*\*, J. F. FILLOUX\*, A. REMOND\*\*, P. VIVES\*

**SUMMARY :** *M.R.I. and surgical indications in perforating ulcer of the foot in diabetic patients.*

The authors report a series of thirty-six perforating ulcers of the foot in diabetic patients, evaluated using M.R.I. M.R.I. showed osteomyelitis in 16 cases, cellulitis in 15 cases, osteoarthropathies in 21 cases, tenosynovitis of flexor tendons in 2 cases, oedema in 2 cases and abscess in one case. In 19 cases, M.R.I. was used to improve diagnostic accuracy. The medical treatment made use of thermo-moulded soles allowing for the recovery of walking, with a hole facing the perforating ulcer of the foot. The application of insulin-soaked sponges in the event of clean perforating ulcer of the foot and iodized solution in the event of infected perforating ulcer of the foot promoted healing. The treatment was only conservative, when the lesions were limited to the soft tissues.

Surgical treatment was performed in 19 cases due to a global involvement of soft and osteoarticular tissues. In fourteen cases the surgical treatment was limited and was performed through the perforating ulcer. Resection of metatarsal heads or metatarso-phalangeal joints was performed in 10 cases, with resection of surrounding pathologic tissue. The surgical treatment was limited to the soft tissues in 6 cases. In 4 cases, M.R.I. findings resulted into a transmetatarsal amputation because the vascular plexus was of poor quality and infection spread from the perforating ulcer to the dorsal aspect of the foot. In our opinion, dorsal infectious involvement in a perforating ulcer of the foot, is a factor of poor prognosis. A below-knee amputation has been performed in one patient.

**Keywords :** M.R.I. ; diabetes ; diabetic perforating ulcer of the foot.

**Mots-clés :** I.R.M. ; diabète ; mal perforant plantaire.

## INTRODUCTION

L'atteinte du pied lors d'un diabète est fréquente. Elle résulte de 3 processus pathogéniques intriqués : ischémique, neurologique et infectieux. Les examens paracliniques classiques montrent souvent avec retard les atteintes osseuses et tissulaires. L'intérêt théorique de l'imagerie par résonance magnétique (IRM) et sa grande capacité de résolution spatiale, les coupes sagittales, frontales ou axiales obliques sont orientables selon l'axe des structures ostéo-articulaires de la cheville et du pied.

Elle offre en outre l'avantage d'une très bonne définition du contraste entre les tissus et montre non seulement l'os mais aussi la moelle osseuse, les cartilages, les tendons, les muscles, les structures vasculaires. Il n'existe pas d'artéfacts liés aux tissus osseux.

L'IRM constitue malgré son coût, un appoint non négligeable dans l'étude des complications du pied diabétique. En effet, elle fait preuve d'une sensibilité et d'une spécificité satisfaisantes pour le diagnostic d'ostéomyélite qui est une atteinte fréquente, de diagnostic précoce difficile. L'intérêt de l'IRM est donc de préciser si les tissus sont infectés ou non et de visualiser l'étendue des lésions d'ostéo-arthropathie diabétique.

---

\* Service d'orthopédie-traumatologie, Hôpital Nord, 80054 AMIENS Cedex 1, France.

\*\* Service de radiologie C, Hôpital Sud, 80054 AMIENS Cedex 1, France.

Correspondance et tirés à parts: O. Jarde.

Dans une première partie nous présenterons les différents types de lésions démontrables à l'IRM : collection liquidienne des tissus mous, ostéomyélite, ostéo-arthropathie, tenosynovite, arthrite, oedème et mal performant plantaire. Dans une seconde partie, nous étudierons une série de 36 observations suivies de 1991 à 1995.

L'I.R.M. permet de faire un diagnostic précis des lésions du pied et surtout de préciser leur importance. Elle oriente l'action thérapeutique soit vers un traitement médical, soit vers un geste chirurgical et permet d'en régler l'importance.

Les images habituellement rencontrées sont :

#### 1) *Les collections liquidiennes des tissus mous*

La cellulite (fig. 1a-b) est représentée par une zone mal limitée dans les tissus mous avec un hyposignal en spT1 et un hypersignal en spT2 d'ailleurs décrit par Tang et coll. (8). Ces images sont souvent rencontrées sur les coupes sagittales. L'injection de GADOLINIUM IV avec une séquence en T1 améliore le contraste. Si la graisse est infiltrée, elle est hypointense en spT1.

L'abcès en revanche est identifié par une collection bien limitée des tissus mous avec un hyposignal en spT1 et hypersignal en spT2.

#### 2) *L'ostéomyélite (5-9) (fig.2a-b)*

L'I.R.M. différencie l'ostéomyélite aiguë de l'ostéomyélite chronique (8). Ceci a une importance primordiale dans le choix thérapeutique.

Il y a dans les ostéomyélites aiguës une diminution du signal, en intramédullaire, mal limité, en spT1 alors qu'il existe un hypersignal en spT2. Cet hypersignal est dû à une augmentation de la concentration d'eau dans la cavité médullaire, par oedème, exsudat et chaleur locale. Après injection intraveineuse de Gadolinium, il existe une prise de contraste en spT1, signant l'ostéomyélite aiguë ou active.

Lors des ostéomyélites chroniques on met en évidence un hyposignal en spT1 et spT2.

En cas de séquestre osseux, celui-ci reste un hyposignal en spT1 et spT2.

L'I.R.M. montre par ailleurs la différence entre l'ostéomyélite et l'ostéo-arthropathie, ce qui était très difficile à réaliser auparavant.

#### 3) *L'ostéo-arthropathie (1) (fig. 3a-b)*

L'ostéo-arthropathie chronique donne un hyposignal médullaire dans toutes les séquences.

#### 4) *La tenosynovite (fig. 4a-b)*

La présence de liquide dans les gaines tendineuses donne un hypersignal en spT2 associé à un hyposignal en spT1 sur les coupes axiales et sagittales décrit par Solomon et Oloff-Solomon (7). L'image est identique que le liquide soit infecté ou non. Seul l'examen clinique des lésions autour des gaines permet de préciser le diagnostic.

#### 5) *L'arthrite (fig. 5a-b)*

En cas d'arthrite, il existe un hypersignal intra-articulaire en spT2 en association avec d'autres signes d'infection des tissus adjacents. L'I.R.M. ne fait pas la différence entre un liquide infecté ou non.

#### 6) *L'oedème (fig. 6a-b)*

Il est souvent localisé entre l'aponévrose plantaire et les métatarsiens dans les coupes sagittales comme le rapportent Sartoris et Resnick (6). Il donne un hypersignal diffus non spécifique en spT2.

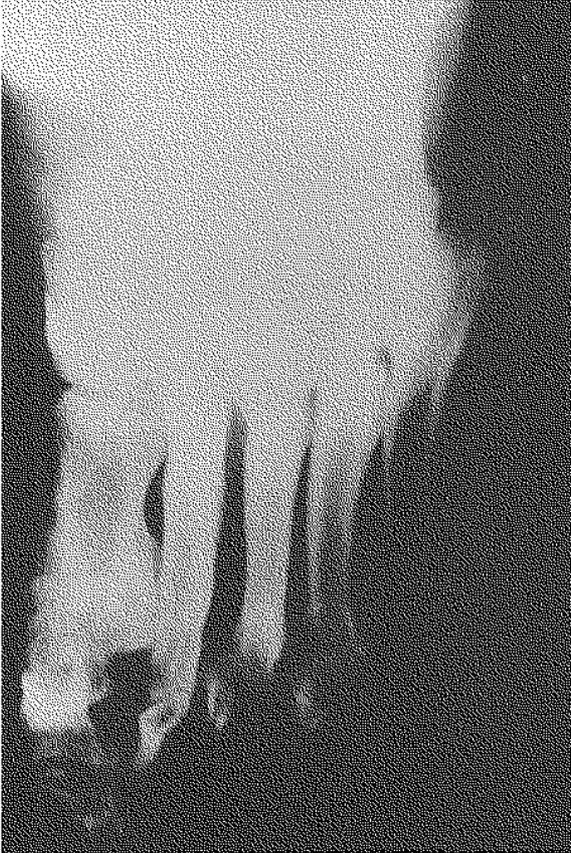
#### 7) *Le mal perforant plantaire (fig. 7a- b)*

L'étude en I.R.M. visualise les limites de la zone d'ostéomyélite, de nécrose et de décollement des tissus mous. Ces maux perforants plantaires sont souvent retrouvés dans les zones d'hyperappui comme les têtes métatarsiennes, la tubérosité calcanéenne, ou le cuboïde lorsqu'il existe un effondrement du médio-tarse dû à une neuro-arthropathie. L'étude de l'importance des lésions tissulaires et/ou osseuses du mal perforant plantaire permet au chirurgien de choisir un geste local ou un geste plus extensif et mutilant.

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

De 1991 à 1995, trente six patients diabétiques présentant des maux perforants plantaires ont bénéficié d'une I.R.M. à visée diagnostique et thérapeutique

Tous les patients étaient des diabétiques anciens avec une évolution moyenne de 16 ans. Vingt-deux



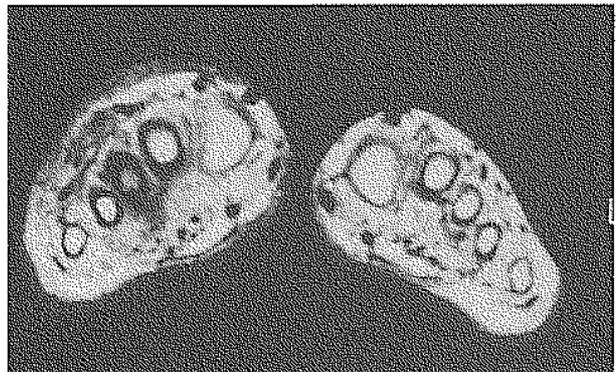
*Fig 1a.* — Radiographie d'un pied ayant une cellulite des 2°, 3° et 4° rayons.



*Fig. 2a.* — Radiographie d'une ostéomyélite des têtes des 2° et 3° métatarsiens.



*Fig. 1b.* — L'I.R.M. de ce même pied montre une cellulite en T1 avec un hypersignal au niveau des 2°, 3° et 4° rayons



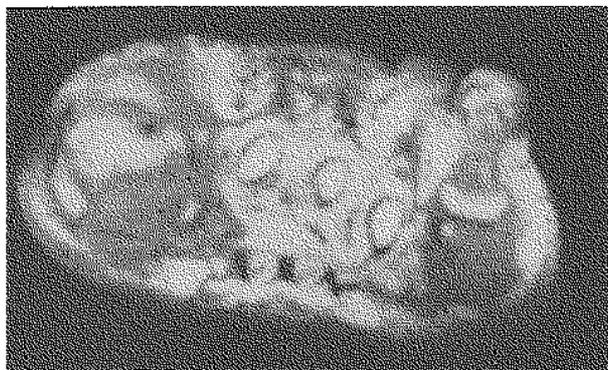
*Fig. 2b.* — L'I.R.M. de ce même pied montre une ostéomyélite prédominant au niveau de la tête du 3° métatarsien en T1.



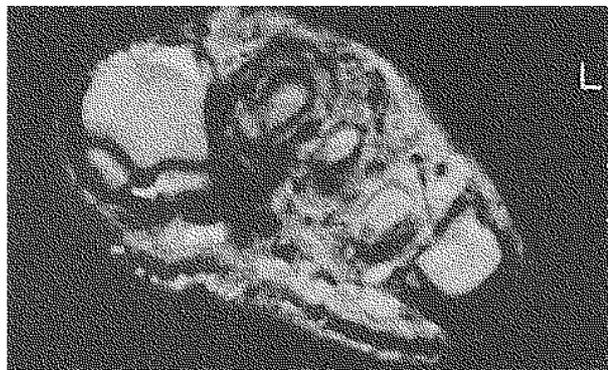
*Fig. 3a.* — Radiographie d'une ostéo-arthropathie prédominant au niveau de l'articulation métatarso-phalangienne du 5<sup>e</sup> orteil.



*Fig. 3b.* — L'I.R.M. de ce même pied montre en T1 une ostéo-arthropathie des métatarso-phalangiennes 1 et 5.



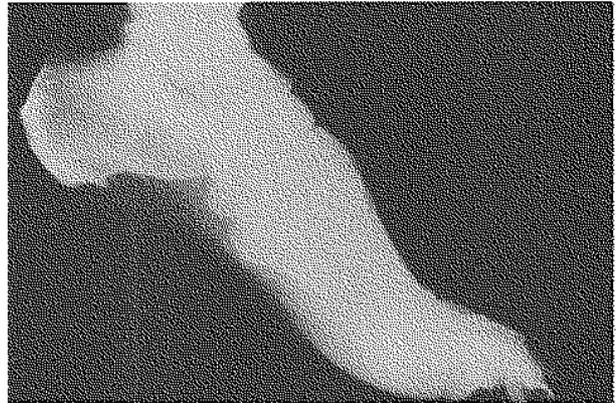
*Fig. 4a.* — Radiographie normale d'un avant-pied.



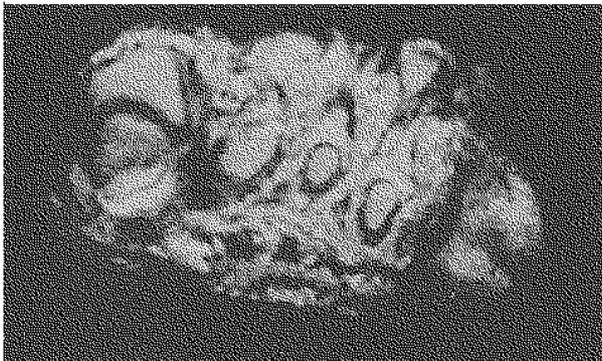
*Fig. 4b.* — L'I.R.M. de ce même pied montre en T2 une téno-synovite des fléchisseurs du gros orteil et du 2<sup>e</sup> orteil.



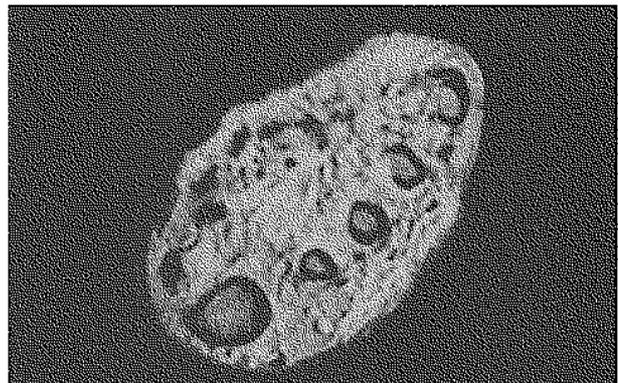
*Fig. 5a.* — Radiographie montrant un pincement de l'interligne métatarso-phalangien du gros orteil.



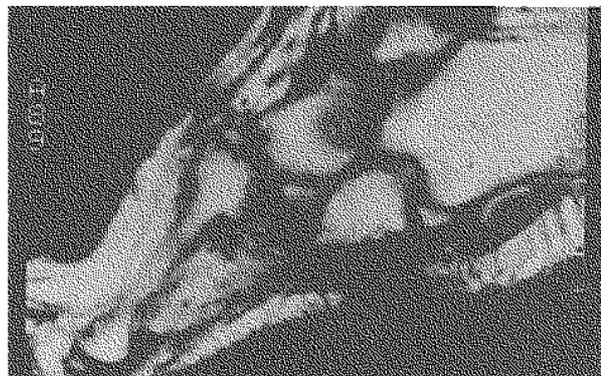
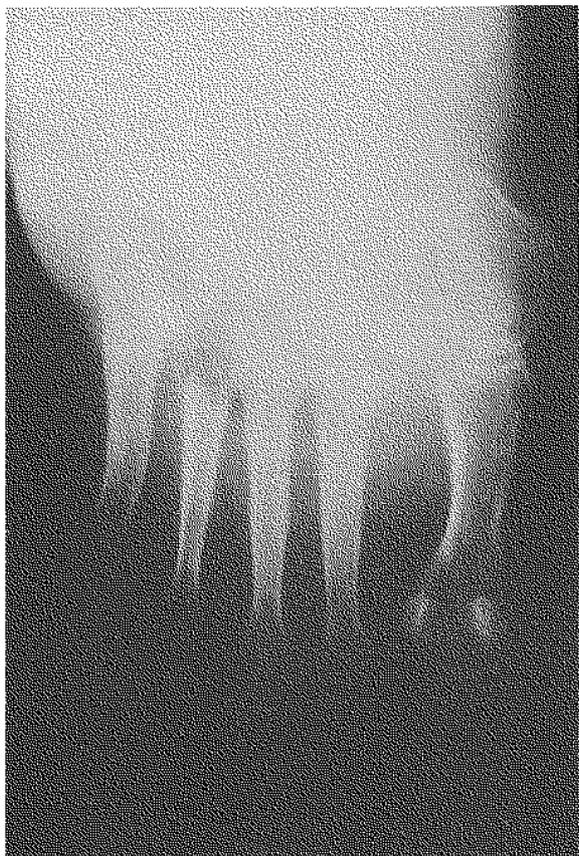
*Fig. 6a.* — Radiographie montrant un épaissement des parties molles dans la région médioplantaire.



*Fig. 5b.* — L'I.R.M. de ce même pied montre en T2 une arthrite de la métatarso-phalangienne du gros orteil.

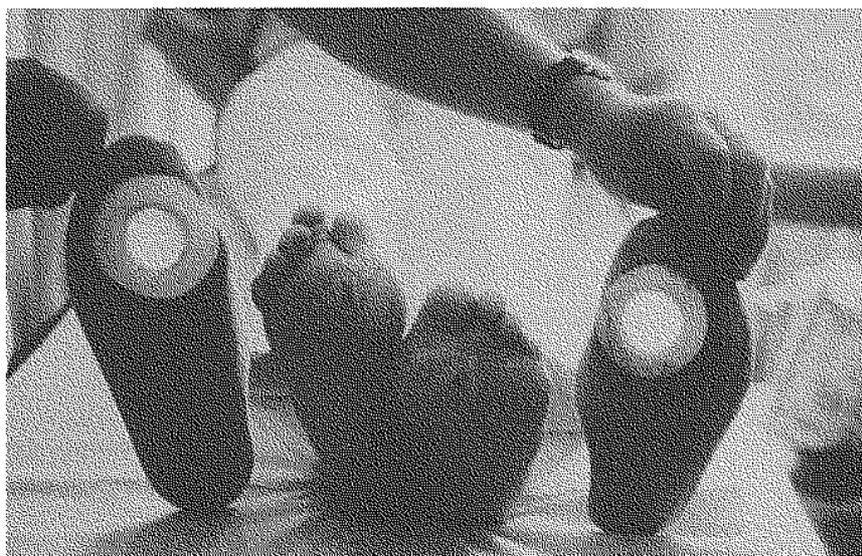


*Fig. 6b.* — L'I.R.M. précise un très volumineux oedème plantaire.



*Fig. 7b.* — L'I.R.M. de ce même pied montre en T1  
 — le mal perforant et sa profondeur ;  
 — les modifications osseuses de l'interligne de LISFRANC ;  
 — un hyposignal du cuboïde.

*Fig 7a.* — Radiographie d'un pied diabétique ayant un mal perforant plantaire du médio-pied avec atteinte ostéo-arthritique de l'interligne de LISFRANC.



*Fig 8.* — Semelle thermoformée avec un trou en regard du mal perforant plantaire permettant la mise en place d'une petite compresse.

avaient un traitement non insulinique et quatorze un traitement à l'insuline.

L'âge moyen était de 62 ans avec un minimum de 30 ans et un maximum de 73 ans.

Le mal perforant plantaire évoluait depuis cinq mois en moyenne avant la première consultation.

Les lésions siégeaient quinze fois sur le pied droit, dix-sept fois sur le pied gauche et quatre fois de façon bilatérale. Elles se situaient vingt-quatre fois sur l'avant-pied, cinq fois au niveau du médio-pied, quatre fois au niveau du talon et trois fois au niveau de l'avant-pied et du talon.

Les maux perforants plantaires siégeaient au niveau des rayons suivants :

— premier métatarsien (M1)	: 3 fois
— deuxième métatarsien (M2)	: 4 fois
— troisième métatarsien (M3)	: 4 fois
— quatrième métatarsien (M4)	: 6 fois
— cinquième métatarsien (M5)	: 3 fois
— M1 M2	: 4 fois
— M2 M3	: 4 fois
— M1 M2 M3	: 2 fois
— M2 M3 M4	: 3 fois
— M3 M4 M5	: 2 fois
— M1 M2 M3 M4	: 3 fois
— M2 M3 M4 M5	: 2 fois

Les lésions mises en évidence à l'I.R.M. étaient, en plus du mal perforant (4)

- seize ostéomyélites
- quinze cellulites
- vingt-et-une ostéo-arthropathies
- deux ténosynovites des fléchisseurs
- deux oedèmes
- un abcès

L'I.R.M. a différencié les seize ostéomyélites des vingt-et-une ostéo-arthropathies et parmi les ostéomyélites, a précisé que dix étaient chroniques et six aiguës.

L'association de l'examen clinique à l'I.R.M. a permis de préciser que les deux ténosynovites étaient non infectieuses.

L'I.R.M. a éliminé la possibilité d'abcédation des quinze cellulites et a précisé les limites et l'extension de l'abcès. Les limites de l'oedème étaient visualisées.

Dans dix-neuf observations, l'I.R.M. a servi en réalité à préciser le diagnostic des lésions et à en surveiller l'évolution. Elle permettait surtout d'apprécier la réponse au traitement médical (2) qui était prescrit essentiellement en présence de lésions des tissus mous.

Le traitement médical associait un contrôle de la glycémie, un traitement antibiotique et une reprise de la marche. Pour permettre la marche, on a confectionné des semelles thermoformées avec un trou en regard du mal perforant (fig. 8) permettant la mise en place d'une petite compresse. Si le mal perforant plantaire était propre, la compresse était imbibée d'insuline type ACTRAPID\*. L'insuline a permis de stimuler la cicatrisation par la formation d'un bourgeon charnu de bonne qualité. Si le mal perforant plantaire était sale, nous utilisons des produits iodés de type BETADINE pour leur effet antiseptique.

Dans dix-neuf observations, l'IRM a précédé un geste chirurgical (3) rendu nécessaire par une atteinte globale des tissus mous et ostéo-articulaires.

Seize fois, il s'agissait d'un geste chirurgical limité, réalisé au travers du mal perforant plantaire :

- dix fois une résection des têtes métatarsiennes était réalisée avec excision des tissus pathologiques environnants
- six fois le geste était limité aux tissus mous.

Deux fois l'I.R.M. précédait une amputation trans-métatarsienne car le réseau vasculaire était de mauvaise qualité et l'extension des lésions infectieuses issues du mal perforant plantaire atteignait la face dorsale du pied. Elle signalait des atteintes globales et irréversibles de l'avant-pied pour lesquelles aucun geste limité ne permettait une cicatrisation chez ces patients atteints d'une artérite diabétique.

Une fois, une amputation de jambe fut nécessaire car les lésions s'étendaient jusqu'à la cheville.

## RESULTATS

Trente-six patients diabétiques ont été revus par un même examinateur avec un recul minimum d'un an. Le recul moyen était de 27 mois.

Le traitement médical a permis la cicatrisation des maux perforants plantaires de 17 diabétiques en 6 à 12 mois (moyenne 8 mois) : cinq fois par la seule application d'insuline locale, douze fois par l'application alternée d'insuline et de BETA-DINE. Ces applications locales allaient toujours de pair avec une reprise de la marche avec des semelles thermoformées. Trois patients ont bénéficié secondairement d'un geste chirurgical. Dans 2 cas, il a été fait une résection de têtes métatarsiennes avec excision des tissus mous pathologiques devant l'absence de résultat du traitement médical et dans l'autre cas une amputation trans-métatarsienne. Ces trois patients étaient cicatrisés depuis 12 à 16 mois lors de la révision.

Sur les seize diabétiques qui avaient bénéficié d'un geste chirurgical limité, cinq ont récidivé dont trois sur les rayons voisins. Trois ont cicatrisé après un nouveau geste chirurgical. Deux ont été amputés en trans-métatarsien.

Les deux amputations trans-métatarsiennes ont permis une reprise de la marche sans boiterie. La cicatrisation a toujours été longue (moyenne de 23 jours).

Le patient amputé de jambe a été amputé en trans-métatarsien de l'autre côté, en raison d'une récurrence après traitement médical. Il était bien appareillé et marchait avec une canne.

## DISCUSSION

On sait que les diabétiques présentent une artérite distale. La marche permet d'améliorer la vascularisation. Nous proposons des semelles thermoformées avec un trou en regard du mal perforant plantaire permettant de reverticaliser les diabétiques et de les traiter par des applications locales quotidiennes. Cette semelle est réalisée avec des pans inclinés de façon à ne pas créer d'hyperpression environnante et donc d'hyperkératose réactionnelle.

L'insuline a une action prédominante d'hormone hypoglycémisante. Mais c'est également une hormone de croissance et elle a une action antiseptique. Dans cette série, elle est utilisée en application locale pour ces deux dernières propriétés. Aucune modification de la glycémie n'est apparue

à la suite de ces applications car le diabétique est porteur d'une artérite distale et l'insuline ne passe pas dans la circulation générale. Lors des premières applications dans le service nous avons mesuré la glycémie toutes les heures afin de vérifier cette hypothèse. Aucune modification n'est apparue. Les applications locales d'insuline sont utilisées en présence d'un mal perforant plantaire propre. En revanche, si le mal perforant plantaire est sale, notre thérapeutique est classique par l'application locale de produit iodé type BETADINE.

L'IRM chez le diabétique permet de distinguer avec précision les tissus infectés ou non et de visualiser les zones ischémiques. Elle présente donc un intérêt théorique très important. En cas d'atteinte des tissus mous sur l'IRM, le traitement médical permet la cicatrisation. En revanche, une atteinte globale des tissus mous et ostéo-articulaires nécessite un geste chirurgical qui peut être limité en l'absence d'atteinte dorsale du pied.

Nous avons noté en effet, qu'une atteinte infectieuse dorsale dans un mal perforant plantaire est un facteur de mauvais pronostic nécessitant à court terme un geste d'amputation.

## CONCLUSION

L'I.R.M. est devenu pour nous l'examen clé dans le mal perforant plantaire diabétique.

Il permet un bilan lésionnel précis au niveau tissulaire, articulaire et osseux. Il précise l'ancienneté des lésions.

Il guide le geste thérapeutique qui peut être médical devant des lésions limitées des tissus mous, associant des semelles thermoformées avec un trou en regard du mal perforant plantaire et l'application de compresses imbibées d'insuline en cas de mal perforant plantaire propre et de produit iodé en cas de mal perforant plantaire infecté.

Si un geste chirurgical est nécessaire en présence d'une atteinte globale des tissus mous et ostéo-articulaires, il doit être limité à l'excision des tissus infectés, précisés par l'I.R.M.

Une extension dorsale des lésions infectées du mal perforant plantaire diabétique, constatée à l'I.R.M. est pour nous un facteur de mauvais pronostic nécessitant souvent un geste chirurgical d'amputation.

## RÉFÉRENCES

1. Beltran J., Noto A., Mc Ghee R., Freedy R., Mc Calla M. Infection of the musculoskeletal system : high-field-strength MR imaging. *Radiology* 1987, 164, 449-454.
2. Beltran J., Campanini S., Knight C., Mc Calla M. The diabetic foot : magnetic resonance imaging evolution. *Skeletal radiol.* 1990, 19, 37-41.
3. Durham J., Lukens M., Campanini S., Wright G., Smead W. Impact of magnetic resonance imaging on the management of diabetic foot infections. *Am. J. Surgery* 1991, 162, 150-153.
4. Moore T., Yuh W., Kathol M., El-Khoury G., Corson J. Abnormalities of the foot in patients with diabetic mellitus : findings on MR imaging. *Am. J. Radiology* 1991, 157, 813-816.
5. Ohanlon J., Keating S. Osteomyelitis of the foot in diabetic patients : evaluation with magnetic resonance imaging. *J. Foot Surgery* 1991, 2, 137-142.
6. Sartoris D., Resnick D. Magnetic resonance imaging of the diabetic foot. *J. Foot Surgery* 1989, 5, 485-491.
7. Solomon M., Oloff-Solomon J. Magnetic resonance imaging in the foot and ankle. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery* 1988, 5, 945-965.
8. Tang J., Gold R., Bassett L., Seeger L. Musculoskeletal infection of the extremities : evaluation with MR imaging. *Radiology* 1988, 166, 205-209.
9. Tooy W. Radiographic evaluation of osteomyelitis using magnetic resonance imaging. *Orthop. Review* 1989, 5, 587-592.
10. Wang A., Weinstein D., Greenfield L., Chiu L., Chambers R., Stewart C., Hung G., Diaz F., Ellis T. MRI and diabetic foot infections. *Magnetic Resonance Imaging* 1990, 8, 805-809.

## SAMENVATTING

*O. JARDE, V. FILLOUX, J. F. FILLOUX, A. REMOND, P. VIVES. NMR en chirurgische indicaties in het perforerend ulcus van de voet bij diabetespatiënten.*

De auteurs beschrijven een reeks van 36 ulcera van de voet bij diabetespatiënten welke werden geëvalueerd met een NMR-onderzoek. Dit toonde een osteomyelitis in 16 gevallen, cellulitis in 15 gevallen, osteo-arthropathies in 21 gevallen, tenosynovitis van de buigpezen in 2 gevallen, oedeem in 2 gevallen en een absces bij 1 patiënt.

In 19 gevallen werd NMR-onderzoek gebruikt om de diagnostische nauwkeurigheid te verbeteren.

De medische behandeling bestond uit thermogemoduleerde zolen welke het herstel van de gang toelieten, met een opening tegenover het perforerend ulcus. Het gebruik van verbanden gedrenkt met insuline bij zuivere perforerende ulcera en geïsoleerde oplossingen bij geïnfecteerde ulcera stimuleren de wondheling. Wanneer enkel de weke weefsels waren aangetast was de behandeling uitsluitend conservatief. Een chirurgische behandeling werd in 19 gevallen uitgevoerd. In 14 gevallen was de chirurgie beperkt en uitgevoerd doorheen het ulcus. Resectie van de metatarsaalkoppen of het metatarsfalangiale gewricht werd bij 10 gevallen uitgevoerd. De chirurgische behandeling was beperkt tot de weke weefsels bij 6 patiënten. In 4 gevallen leidden de NMR-bevindingen tot een transmetatarsale amputatie, gezien de vasculaire plexus van slechte kwaliteit was en met infecties aangetast, die zich verspreiden naar het dorsale aspect van de voet.

Volgens onze opinie is een infectie dorsaal een slechte prognostische factor. Bij 1 patiënt werd een onderbeenamputatie uitgevoerd.

## RÉSUMÉ

*O. JARDE, V. FILLOUX, J. F. FILLOUX, A. REMOND, P. VIVES. IRM et indications chirurgicales dans le mal performant plantaire chez le diabétique.*

Les auteurs rapportent une série de 36 maux perforants plantaires diabétiques ayant bénéficié d'une exploration par I.R.M. Celle-ci a mis en évidence seize ostéomyélites, quinze cellulites, vingt et une ostéoarthropathies, deux ténosynovites des fléchisseurs, deux oedèmes et un abcès.

Dans dix-neuf observations l'I.R.M. a servi en réalité à préciser le diagnostic des lésions et à en surveiller l'évolution.

Le traitement médical du mal performant plantaire chez le diabétique nécessite des semelles thermoformées permettant la reprise de la marche. Le traitement n'est que médical en présence de lésions limitées aux tissus mous.

Un geste chirurgical a été fait dans dix-neuf cas en raison d'une atteinte globale des tissus mous et des structures ostéo-articulaires. Quatorze fois, il s'est agi d'un geste chirurgical limité réalisé au travers du mal perforant plantaire. Quatre fois l'I.R.M. a conduit à une amputation transmétatarsienne, et une fois à une amputation de jambe.