

ROYAUME DU MAROC
UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
FES



**PLACE DE L'OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE DANS LA PRISE
EN CHARGE DU PIED DIABETIQUE
(A propos de 24 cas)**

MEMOIRE PRESENTE PAR :

Docteur JIBER HAMID
né le 06 Juillet 1982 à Sefrou

**POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE SPECIALITE EN MEDECINE
OPTION : CHIRURGIE VASCULAIRE PERIPHERIQUE**

**Sous la direction de :
Professeur BOUARHROUM ABDELLATIF**

Mai 2014

REMERCIEMENT

A mon maître
Monsieur le Professeur BOUARHROUM ABDELATIF

Nous avons eu le grand plaisir de travailler sous votre direction, et nous avons trouvé auprès de vous le conseiller et le guide qui nous a reçu en toute circonstance avec sympathie, sourire et bienveillance.

Vos compétences professionnelles incontestables ainsi que vos qualités humaines vous valent l'admiration et le respect de tous.

Vous êtes et vous serez pour nous l'exemple de rigueur et de droiture dans l'exercice de la profession.

Veuillez, cher Maître, trouver dans ce modeste travail l'expression de ma haute considération, de ma sincère reconnaissance et de mon profond respect.

A tous nos enseignants :

Pour tous nos enseignants à qui nous devons beaucoup et qui continueront certainement à illuminer notre chemin, nous espérons être à la hauteur de la confiance qu'ils ont bien voulu placer en nous ;

C'est ainsi que je vous invite aimablement à travers la lecture de mon épreuve de titre à suivre les différents objectifs fixés et les moyens investis pour les concrétiser.

Et c'est pourquoi nous vous resterons, chers maîtres, à jamais reconnaissants, sincèrement respectueux et toujours dévoués.

Plan :

Introduction	5
Rappels :	7
I-Le pied diabétique	8
II-Principes physiques de l'oxygénothérapie hyperbare	11
II-Indications de l'oxygénothérapie hyperbare	15
Patients et méthode	18
Résultats	24
I- Données générales :	26
1. Sex-ratio	26
2. Age	26
3. Type de diabète	26
4. Complications du diabète	27
II- Le pied diabétique :	27
1. Début	27
2. Coté atteint	27
3. Hospitalisation et traitements antérieurs	28
4. Examen clinique	28
5. Explorations radiologiques	33
6. Explorations vasculaires :	33
7. Examens biologiques	33
8. Examen bactériologique	34
III- Traitement :	34
1. Antibiothérapie	34
2. Geste chirurgical	36
3. Type de pansement	36
4. Oxygénothérapie hyperbare	37
IV- Résultats :	40
Discussion	43
Conclusion	51
Résumé	53
Bibliographie	55

INTRODUCTION

Les lésions du pied chez les patients diabétiques sont un problème majeur de santé avec une morbidité et une mortalité importantes. Une étude a estimé qu'au moins 20 à 25% de toutes les hospitalisations de patients diabétiques sont dues à des lésions du pied [1]. Environ 2,5% des patients atteints de diabète développeront un ulcère du pied chaque année [2]. L'ulcération du pied est le principal facteur de prédisposition conduisant à l'amputation chez les patients diabétiques. Le taux d'amputation des membres inférieurs est 15 à 40 fois plus élevé que chez les patients non diabétiques [2].

L'oxygénothérapie hyperbare (OHB) adjuvante avec débridement chirurgical, soins locaux de la plaie, et un traitement antibiotique approprié permettent de prendre en charge les pieds diabétiques [3].

L'OHB est une modalité thérapeutique, basée sur l'administration d'une grande quantité d'oxygène, utilisée dans la prise en charge des plaies à cicatrisation difficile comme celles rencontrées dans les pieds diabétiques.

L'objectif de ce travail était d'évaluer l'efficacité de cette technique dans l'accélération du processus de cicatrisation du pied diabétique.

RAPPELS

I - LE PIED DIABETIQUE : [4, 5]

- Problème majeur de santé publique.
- Prévalence des ulcères de pied: 4 à 10% des diabétiques selon l'âge et le type de diabète.
- Environ 15% des diabétiques présentent un ulcère du pied au cours de leur vie.
- Le diabète est responsable de 8 amputations non traumatiques sur 10.
- Coût économique important :
 - Hospitalisations prolongées, consultations nombreuses, arrêt de travail, récidives, amputations, séquelles, handicap fonctionnel.
 - Amputations :
 - § 50 à 80 % des amputations des membres inférieurs sont liées au diabète
 - § Nouvelle amputation (50 % à deux ans)
 - § Risque de décès dans les 3 ans.
- Physiopathologie : 3 mécanismes pathogènes
 - Neuropathie : micro-angiopathie
 - Artériopathie : macro-angiopathie
 - Infection : facteur de gravité
- Examen de la plaie :
 - Dimensions :
 - § Diamètres, décollement.
 - Aspect :
 - § Propre, bourgeonnant, fibrineuse, suppurée, nécrotique, malodorante.

- Berges :
 - § Réguliers, rétractés, hyperkératose.
- Existence d'un contact osseux :
 - § Ostéite.
- La peau et les tissus péri lésionnels:
 - § .Sèche, inflammatoire, cellulite.
- Prélèvements bactériologiques
- Dépister la neuropathie : [\[6\]](#)
 - Aspect du pied :
 - § Normal
 - § Déformations
 - Signes fonctionnels :
 - § Paresthésies
 - § Dysesthésies
 - Examen des sensibilités :
 - § Tactile superficielle (monofilament)
 - § Vibratoire (diapason gradué, vibramètre)
 - § .Thermique (tube froid, tube chaud, thermode)
 - Réflexes myotatiques
- Dépister l'artériopathie : [\[7\]](#)
 - Palpation des pouls périphériques
 - Mesure de l'index cheville/bras (artérite si < 0,9)
 - Doppler artériel des membres inférieurs (1^{ère} intention)

- Mesure transcutanée de la pression partielle en O₂ (TcPO₂) :
 - § Électrode placée sur le gros orteil
 - § Apprécie l'oxygénation tissulaire et les capacités de cicatrisation d'un tissu
 - § Aide à la décision de revascularisation
 - § .Normale en position assise= 50mmHg et en position couchée :
 - è si TcPO₂<35-40 mmHg: faible potentiel de cicatrisation spontanée et donc avis chirurgie vasculaire pour discuter le geste de revascularisation.

II- PRINCIPES PHYSIQUES DE L'OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE :

L'OHB a pour but d'augmenter l'oxygénation tissulaire, en particulier dans des zones hypoxiques de fait d'une diminution de leur débit sanguin local ou d'une altération des échanges capillaire-tissu. Pour cela, le patient est soumis à une inhalation d'oxygène pur sous une pression supérieure à la pression atmosphérique (habituellement entre 2 et 3 fois la pression atmosphérique). Ceci ne peut se faire qu'en soumettant l'ensemble du patient à l'hyperpression, d'où la nécessité d'utiliser des enceintes étanches spéciales appelées chambres (ou caissons) hyperbares [Figure1], alimentées par l'oxygène grâce à un générateur d'oxygène [Figure2].

Les effets obtenus sont :

- Une augmentation du transport sanguin en oxygène lié à une augmentation du contenu sanguin en oxygène dissous. Il en résulte une augmentation de la quantité d'oxygène délivrée aux tissus permettant de palier à une hypoxie tissulaire d'origine ischémique.
- Une augmentation de la distance de diffusion de l'oxygène depuis la lumière des capillaires vers les tissus. Cet effet est particulièrement intéressant quand il existe une atteinte de la microcirculation comme dans les lésions de microangiopathie des patients diabétiques.
- Une redistribution du débit microcirculatoire vers les zones lésées, du fait de la vasoconstriction hyperoxique qui n'affecte que les artères saines.
- Une restauration de la déformabilité érythrocytaire, lorsque celle-ci est altérée, notamment dans des affections métaboliques comme le diabète où la thrombose capillaire est l'un des déterminants du processus lésionnel.

- Un effet anti-inflammatoire par diminution de l'afflux et de l'activation des polynucléaires neutrophiles. Ceci s'accompagne d'une diminution de l'œdème, là aussi lié à la vasoconstriction hyperoxique.
- Un effet anti-infectieux avec une action bactéricide directe sur les germes anaérobies, une action bactériostatique sur les autres germes, une restauration du pouvoir de microbicidie des macrophages en milieu ischémique et aussi une potentialisation de certains antibiotiques comme par exemple les aminosides dont l'activité est très diminuée en milieu hypoxique. Ce sont ces effets anti-infectieux qui sont recherchés en cas de lésion infectée.
- Une action pro-cicatrisante au niveau des fibroblastes avec une augmentation de la prolifération cellulaire qui est diminuée dans les plaies ischémiques. À cet aspect s'ajoute également une augmentation de la production d'un collagène de bonne qualité mécanique car riche en hydroxyproline, permettant ainsi l'établissement de nombreuses liaisons inter-caténaies. La néoangiogenèse est également favorisée avec la formation d'un néoréseau vasculaire fonctionnel.

Ces diverses actions forment la base physiopathologique sur laquelle s'appuie l'utilisation de l'OHB chez les patients diabétiques présentant des lésions des pieds. En effet, dans la genèse de celles-ci interviennent, entre autres, des composantes ischémiques et/ou infectieuses. [\[8\]](#)



Figure 1 : chambre monoplace hyperbare



Figure 2 : générateur d'oxygène

III. INDICATIONS DE L'OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE :

A) Indications générales : [\[9\]](#)

a. Indication recommandée en prévention :

- Ostéoradionécrose après une extraction dentaire en zone irradiée (niveau de preuve B).

b) Indications recommandées en 1^{ère} intention de traitement :

- Accidents de décompression (niveau de preuve C)
- Embolie gazeuse artérielle ou veineuse compliquée (niveau de preuve C).

c) Indications recommandées en 2^e ou en 3^e intention de traitement :

- Intoxication au monoxyde de carbone (niveau de preuve B).
- Gangrène gazeuse (niveau de preuve C).
- Nécroses infectieuses autres que la gangrène gazeuse (niveau de preuve C).
- Ostéoradionécrose mandibulaire, radionécrose des tissus mous et des greffes musculo-cutanées après une chirurgie majeure en zone irradiée, rectite hémorragique post-radique (niveau de preuve B) et cystite hémorragique post-radique (niveau de preuve C).
- Plaies réfractaires (lésions diabétiques, ulcères veineux de jambes) (niveau de preuve B).
- Greffes cutanées et musculo-cutanées en zone ischémique (niveau de preuve B).
- Ostéomyélite réfractaire (niveau de preuve C).
- Abscesses intracrâniens (niveau de preuve C).
- Lésions ischémiques et traumatiques : lésions par écrasement, syndrome compartimental et autres traumatismes ischémiques aigus (niveau de preuve B).

d) Indications recommandées en traitement optionnel :

- Brûlures thermiques (niveau de preuve C).
- Anémies particulières (niveau de preuve C)

Pour la plupart de ces indications, les paramètres d'administration de l'OHB (durée d'exposition optimale, pression, fréquence des séances) restent à confirmer.

B) Indications dans le traitement des pieds diabétique :

L'OHB peut jouer un rôle important lorsqu'elle est combinée avec une thérapie conventionnelle dans les plaies soigneusement sélectionnées. De nombreuses pathologies, telles que le diabète, l'athérosclérose cardiovasculaire, l'irradiation et le traumatisme local, conduisent à des blessures hypoxiques chroniques. Ce sont les grandes plaies compromises chez ces patients, où la demande en oxygène est supérieure à l'offre, que la plaie devienne chronique et difficile à gérer. C'est dans ces cas que l'OHB adjuvante est bénéfique.

Les patients ayants des pieds diabétiques classe 3, 4, ou 5 selon la classification de Wagner sont l'indication de choix pour OHB en fonction de l'évaluation du débit sanguin. ([Tableau I](#))

Tableau I : Classification de Wagner [10]

Grade	Description
Grade0	Pied à haut risque, présence de lésions pré ulcéreuses possibles, pas de lésions ouvertes
Grade1	Ulcères superficiels
Grade2	Extensions profondes vers tendons, os ou articulations
Grade3	Tendinite, ostéomyélite, abcès ou cellulite profonde
Grade4	Gangrène du pied ou de l'avant pied
Grade5	Gangrène massive du pied avec des lésions nécrotiques et infection des tissus mous

PATIENTS ET METHODE

Ø Type et durée de l'étude :

Ce travail est une étude prospective menée au service de chirurgie vasculaire du CHU Hassan II de Fès, entre Janvier 2012 et Juin 2013. 160 patients diabétiques ont été pris en charge, dont 24 ont bénéficié d'une OHB. Les paramètres étudiés étaient : l'évolution de la cicatrisation, la maîtrise de l'infection et la durée du séjour.

Ø Critères d'inclusion et d'exclusion :

Ont été inclus dans ce travail, tous les patients présentant des pieds diabétiques hospitalisés dans notre service pendant la durée d'étude, et qui ont bénéficié d'une OHB.

On a exclu les patients perdus de vue.

Ø Recueil des données :

Une fiche d'exploitation a été établie pour bien mener notre étude.

Ø Analyse statistique :

La compilation des données a été faite sur tableau Excel.

L'analyse statistique a été faite par le logiciel Epi-Info.



Fiche du Pied Diabétique

Identité :

Nom et Prénom :

Origine :

Date d'Entrée :

Age : Adressé par : Date de Sortie :

Sexe :

IP :

Diabète :

Type :

Traitement :

Début :

Suivi : Oui ☐

Non ☐

Complication de diabète :

Néphropathie Oui ☐ Non ☐

Rétinopathie Oui ☐ Non ☐

Neuropathie Oui ☐ Non ☐

Coronaropathie Oui ☐ Non ☐

Facteurs de risque Cardio-vasculaire :

HTA : Oui ☐ Non ☐

Dyslipidémie : Oui ☐ Non ☐

Obésité : Oui ☐ Non ☐

Tabagisme : Oui ☐ Non ☐

Pied diabétique :

Début :.....

Coté atteint : Gauche ☐ Droit ☐

Hospitalisation antérieure : Oui ☐ Non ☐

Traitement antérieur :

 Médical :.....

 Chirurgical :.....

Examen à l'admission (description : dimension, aspect, berges) :.....

.....

.....

Déformation pied : Oui ☐ Non ☐

Contact osseux : Oui ☐ Non ☐

Radio du pied :.....

Examen vasculaire :

Pouls :.....

IPS :.....

Exploration vasculaire :

TCPO₂ : Oui ☐ Non ☐

Echo-Doppler : Oui ☐ Non ☐

Angiographie : Oui ☐ Non ☐

Examen général :

FR :.....

FC :.....

Température :.....

Biologie :

GB :.....

Hb :.....

Créatinine :.....

Urée :.....

Clairance Créatinine :.....

Bactériologie :

Prélèvement antérieur : Oui ☐ Non ☐

Si Oui :

Germe :.....

Prélèvement fait au service

(résultat) :.....

Conduite à tenir :

Antibiothérapie:.....

Geste chirurgical:.....

Type de pansement:.....

Rythme de changement de pansement :.....

OHB :.....

.....

Evolution :

.....

.....

Examen Neurologique :

	Membre atteint	Membre controlatéral
Signes fonctionnels :		
Paresthésies	☐	☐
Dysesthésies	☐	☐
Aspect du pied :		
Normal	☐	☐
Déformation	☐	☐
Examen des sensibilités :		
Test au monofilament		
Epreuve de diapason		
Examen de sensibilité thermique		
Réflexes myotatiques		
ROT		
RA		
RR		

Avis endocrinologie :

.....

.....

.....

.....

Avis néphrologie :

.....

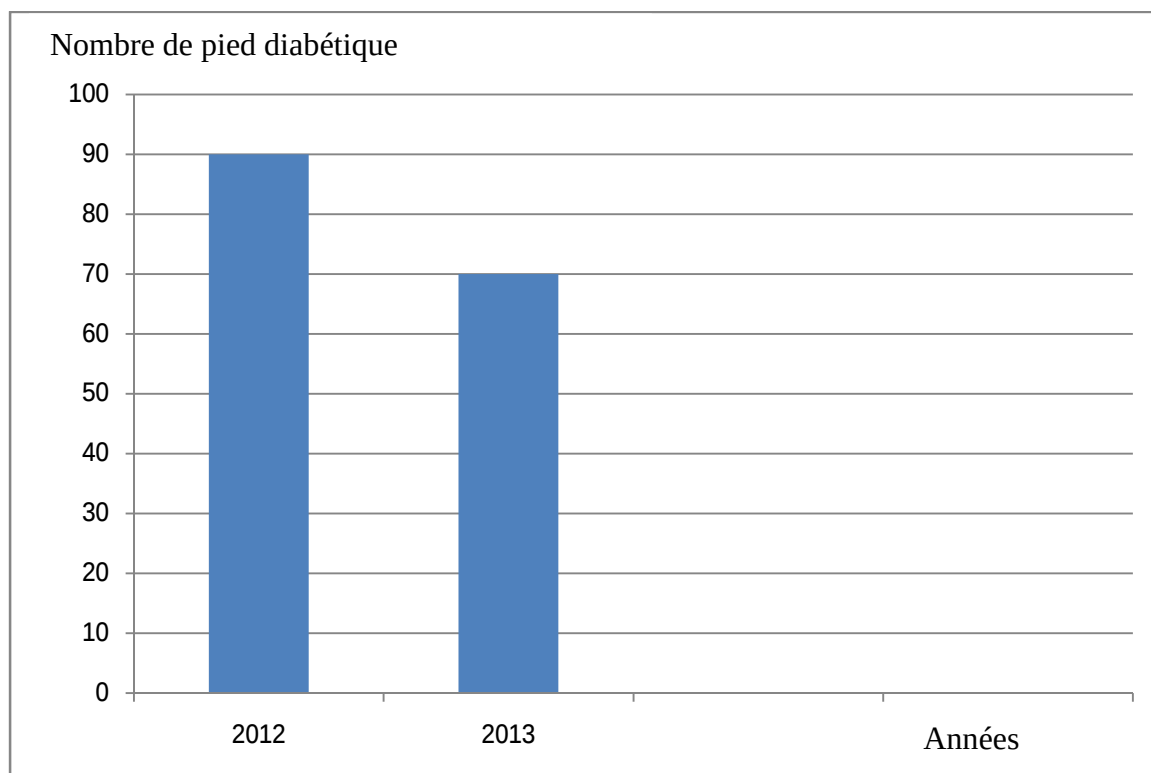
.....

.....

.....

RESULTATS

L'effectif global de notre étude était de 160 pieds diabétiques pris en charge pendant la durée d'étude ([Graphique 1](#)).



Graphique 1 : répartition des pieds diabétiques selon les années (sachant que l'étude s'est arrêté en Juin 2013).

* 18 patients ont bénéficié d'OHB durant l'année 2012 et 6 en 2013.

I. Données générales :

1. Sex-ratio :

Avec 16 hommes et 8 femmes, le sex-ratio H/F de notre population était de 2.

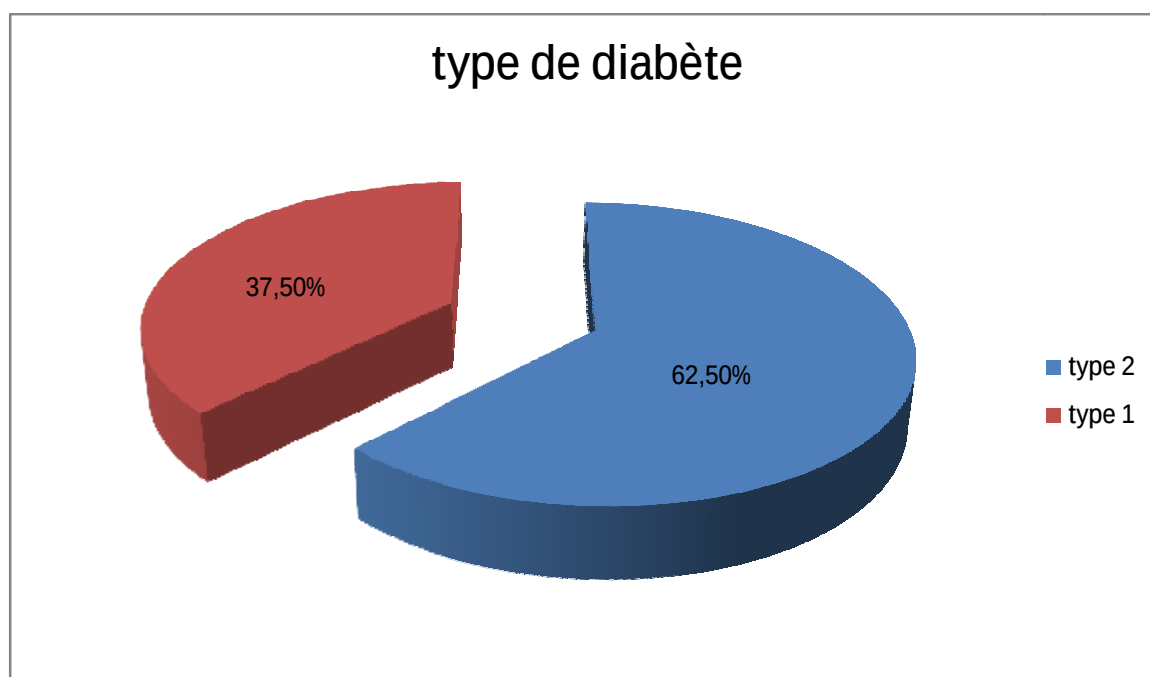
2. Age :

L'âge moyen de nos patients lors de leur entrée dans l'étude était de 60 +/- 13 ans.

3. Type de diabète :

15 patients avaient un diabète type2 (insulinodépendant), et 9 un diabète type1 (non insulinodépendant). (Graphique 2)

Durant leur hospitalisation, on a réévalué le diabète chez tous les patients en réalisant des schémas de surveillance des chiffres glycémiques avec réadaptation de l'insulinothérapie en fonction de ces chiffres.



Graphique 2 : Répartition des patients selon le type de diabète

4. Complications du diabète :

Tableau II : Complications du diabète chez nos patients

Complication	Nombre de patients	%
La neuropathie diabétique	15	62.5
La rétinopathie diabétique	3	12.5
Les maladies cardio-vasculaires	10	41.6
Les accidents vasculaires cérébraux	1	4.2
L'insuffisance rénale	3	12.5

II- Le pied diabétique :

1. Début:

La durée moyenne du diabète était de 24 ± 14 ans.

Une mauvaise observance était remarquée chez la moitié des patients.

La date de début des lésions était en moyenne de 7 à 20 jours avant la consultation.

2. Coté atteint:

L'atteinte du côté gauche était prédominante avec 80% de cas.

L'atteinte la plus retrouvée était l'ulcération humide des orteils (voir examen clinique).

3. Hospitalisation et traitements antérieurs:

- Tous nos patients ont bénéficié avant leur présente hospitalisation d'un geste, soit dans notre service soit dans un autre centre.
- Ils ont bénéficié aussi d'une antibiothérapie probabiliste d'une durée variable : chez 20 patients (83 %), la durée était de 10 à 15 jours ; alors que 4 patients ont pris des antibiotiques pendant 5 jours puis ils ont consulté dans notre formation.

4. Examen clinique :

- Examen du pied diabétique :
 - 10 patients avaient une nécrose humide d'un ou deux orteils.
 - 5 patients avaient une nécrose sèche surinfectée des orteils. [\[Figure 3\]](#)
 - 3 patients : nécrose humide de plus de trois orteils, avec un patient qui avait une nécrose du moignon d'amputation de 2 orteils + nécrose de 2 autres. [\[Figure 4\]](#)
 - 4 patients : ulcération de tout l'avant pied.
 - 2 patients : des ulcérations +/- profonde au niveau du dos du pied [\[Figure 5\]](#) ou la région malléolaire [\[Figure 6\]](#).
- Examen des pouls :
 - Les pouls étaient présents chez 18 patients.
 - 2 patients avaient une abolition des pouls fémoral, poplité et distaux du membre inférieur atteint.
 - 4 patients avaient une abolition des pouls distaux des deux membres inférieurs.



Figure 3 : Nécrose sèche surinfectée des orteils chez un patient diabétique



Figure 4 : Nécrose du moignon d'amputation du 3^e et 4^e orteils + nécrose humide des 2^e et 5^e orteils.



Figure 5 : Ulcère diabétique du dos du pied



Figure 6 : Ulcération au niveau de la région malléolaire interne.

5. Explorations radiologiques :

- Tous nos patients ont bénéficié de radiographie standard du pied et de la jambe atteints avec comme résultat :
 - Lyse osseuse des métatarses chez 14 patients
 - Lyse osseuse des phalanges chez 4 patients
 - Alors que chez 6 patients on n'a pas objectivé de lésions

6. Explorations vasculaires:

- Chez 5 patients, qui avaient une artériopathie diabétique, on a réalisé un angioscanner ou artériographie des membres inférieurs qui a objectivé :
 - Chez 3 patients une atteinte athéromateuse des artères de jambe.
 - 1 Patient avait une sténose serrée de l'artère iliaque commune gauche.
 - 1 patiente avait une occlusion de l'artère iliaque commune droite à son origine avec reprise au niveau de l'artère fémorale commune.

7. Examens biologiques

- Standard pour tous les patients : ionogramme complet, NFS et TP/TCA.
- Hémoglobine glycosylé pour tous les patients pour évaluation de leur diabète ; avec des chiffres entre 7.5 % et 10 %.
- La CRP était élevée chez 2 patients à leur admission. Le suivi était marqué par la diminution du taux de CRP jusqu'à normalisation.

8. Examen bactériologique : (Tableau III)

- Le prélèvement pour bactériologie était systématique pour tous les patients.
- Le germe le plus trouvé était le *Staphylococcus aureus*, retrouvé dans 41.6 %, sensibles aux antibiotiques usuels (amoxicilline protégé, ceftriaxone, ..)
- 3 patients avaient une *Escherichia Coli* (E. Coli) sensible aux antibiotiques usuels, alors que 2 patients avaient une E. Coli résistante, sensible uniquement aux Imipénèmes.
- 3 patients avaient un germe très résistant qui est le *Pseudomonas aeruginosa*.
- Dans 25 % de cas le prélèvement était stérile.

III- Traitement :

1. Antibiothérapie : (Tableau III)

- Probabiliste à large spectre pour tous les patients avant le résultat des prélèvements, à base d'amoxicilline protégé.
- Adaptée à l'antibiogramme après prélèvement réalisé soit au lit du malade (pour les patients non opérés) soit en per-opératoire (en cas de geste chirurgical associé) ; basée sur :
 - Imipénème seul chez 2 patients
 - Imipénème + amikacine chez 3 patients
 - Alors qu'on a continué l'amoxicilline protégé chez 19 patients (79 %).

Tableau III : résultat bactériologique des prélèvements + antibiogramme

Nombre de patients	Germe retrouvé	Antibiothérapie	Durée de traitement (semaines)
10	Staph aureus	Amoxicilline protégé	4 - 5
6	Aucun	Amoxicilline protégé	3
3	E. Coli sensible	Amoxicilline protégé	6
3	P. aeruginosa	Imipenème + amikacine	Amikacine : 5jours Imipenème : 3semaines
2	E. Coli résistant	Imipenème	3

2. Geste chirurgical :

a) Geste d'amputation :

- 15 patients ont bénéficié d'amputation d'un orteil dans le cadre des urgences vue le caractère infecté des lésions ; 5 d'entre eux ayant bénéficié de l'amputation dans une autre formation que la notre.
- 5 patients ont bénéficié d'amputation trans-métatarsienne sans fermeture cutanée avec des incisions de décharge au niveau de la plante du pied chez 2 patients.
- 2 patients ont bénéficié d'amputation type Chopard.
- 1 patient a bénéficié d'un parage d'une ulcération du dos du pied et 1 patient un parage d'une ulcération de la région malléolaire.

b) Geste de revascularisation :

- 1 patient a bénéficié d'une angioplastie + stenting de l'artère iliaque commune gauche.
- 1 patiente a bénéficié d'un pontage aorto-fémoral droit sur l'artère fémorale commune, par prothèse droite.

3. Type de pansement :

- En post-op précoce les pansements ont été changés quotidiennement avec lavage abondant au sérum physiologique et mise en place d'un pansement (dans le but d'assécher les moignons d'amputation et éviter l'infection).
- Après le début des séances d'OHB, les pansements étaient à base de pansement gras.

4. Oxygénothérapie hyperbare :

- La durée et la fréquence des séances de l'OHB étaient en fonction du type de lésions du pied diabétique et en fonction du suivi. ([Tableau IV](#))
- Nous avons utilisé un caisson hyperbare monoplace avec un générateur d'oxygène, ce dernier est réglé de façon à produire la dose voulue d'oxygène.
- Le membre atteint était mis en place dans la chambre, et l'étanchéité du système était obtenue grâce à des manchettes spéciales [[Figure 7](#)].

Tableau IV: Nombre et durée de séances chez nos patients

Patients	Sexe	Age	Durée de la séance d'OHB (min)	Nombre de séances
1	M	67	90	8
2	M	73	90	8
3	F	74	60 – 90	10
4	F	60	60 – 90	10
5	F	57	60 – 90	12
6	M	74	60 – 90	12
7	M	70	90	12
8	F	58	60 - 90	12
9	F	63	60 - 90	10
10	M	69	90	10
11	M	70	90	10
12	F	64	90	8
13	M	60	90	8
14	F	70	90	8
15	M	72	60	12
16	F	73	60	12
17	M	57	60 – 90	12
18	M	68	60	12
19	M	57	60 – 90	10
20	M	65	60 - 90	10
21	M	70	90	10
22	M	70	90	10
23	M	63	90	8
24	M	70	90	8



Figure 7 : (←) Manchette d'oxygénothérapie

IV- Résultats :

- Les marqueurs de l'évolution étaient la taille de la plaie quantifiée en superficie et en profondeur. Ils étaient appréciés 1 à 2 semaines avant le début de l'OHB afin de s'assurer de l'absence d'évolution spontanément favorable de la plaie, puis 2 et 4 semaines après, afin d'évaluer l'influence de l'OHB sur cette cicatrisation.
- Un autre critère de réussite de l'OHB était le faible taux d'amputation secondaire, car seulement 3 patients qui avaient une amputation des orteils ont bénéficiés par la suite d'une amputation trans-métatarsienne, avec le maintien du traitement OHB.
- En moyenne, la cicatrisation était plus rapide que chez les patients qui n'ont pas bénéficié d'OHB. Le processus de bourgeonnement a commencé lors de la 2^{ème} semaine du traitement par OHB. [\[Figure 8, 9\]](#)
- Chez les patients qui ont des amputations des orteils, la cicatrisation complète était obtenue en 1 mois (sauf chez 3 patients qui ont nécessité plus de temps).
- Chez un patient qui avait un ulcère du talon, on a réalisé un parage puis des séances d'OHB. L'ulcère était très profond donc on a décidé de réaliser chez lui un lambeau de couverture avec un bon résultat.
- Le séjour moyen des patients était de 2 à 5 semaines.



A



B

Figure 8 : A) Avant le début d'OHB : dépôts de fibrine,
B) Après 8 séances d'OHB : le processus de bourgeonnement a commencé



A



B

Figure 9 : A) avant l'OHB ; B) après 12 séances d'OHB + pansement gras à domicile

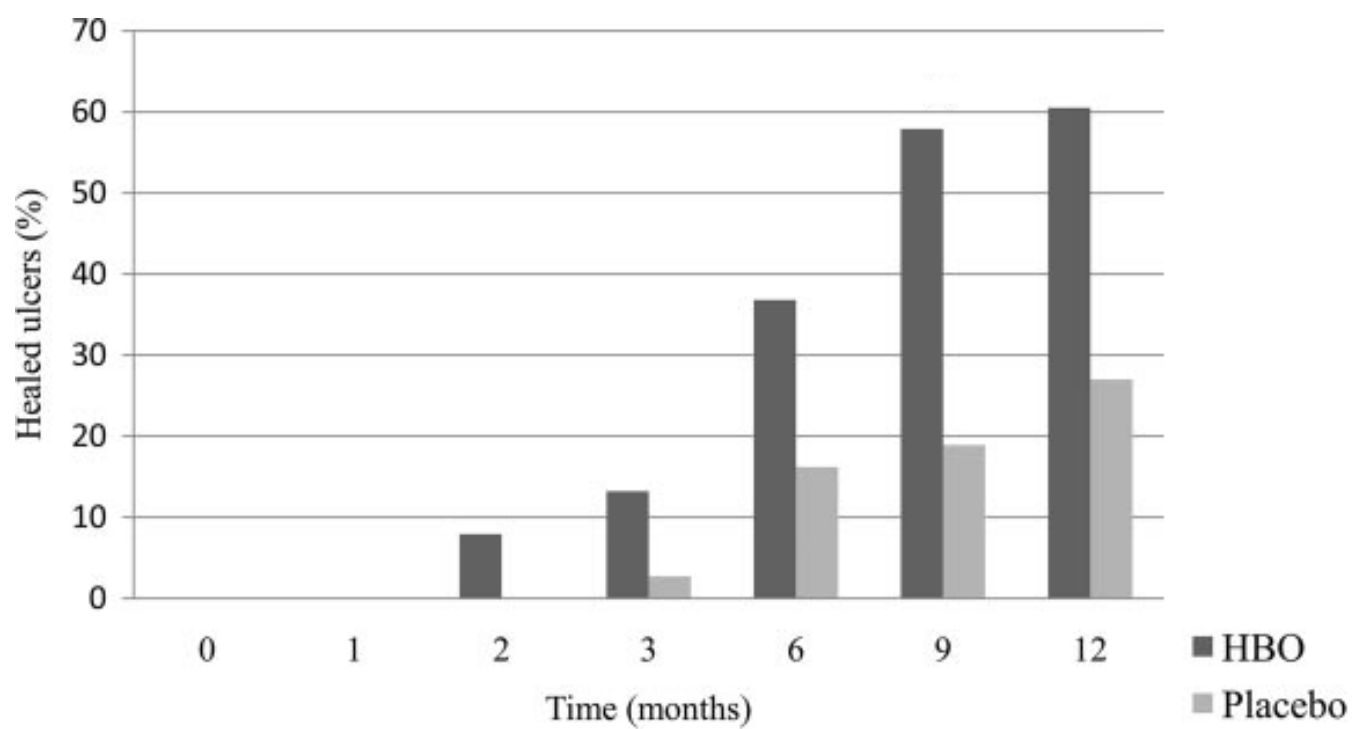
DISCUSSION

I- Type d'étude :

- La limite de cette étude était la petite taille de l'échantillon, ce qui a empêché l'évaluation comparative des variables potentiellement importantes telles que les méthodes de traitement pour le diabète, et la présence d'autres comorbidités, comme les complications rénales et neuropathies diabétiques. Mais de nombreuses études cliniques descriptives (comme la notre) ont été réalisées concernant les lésions des pieds chez les patients diabétiques et ont démontré l'intérêt de cette thérapeutique [11] (Tableau V). Le délai de cicatrisation est réduit par rapport aux patients qui n'ont pas reçu de traitement par OHB (Graphique 3) [12].
- Les principaux critères d'efficacité de l'OHB sont l'absence de recours à l'amputation et la reprise possible de la marche.
- Les études les plus publiées [13] comparent deux groupes : patients ayant bénéficié d'OHB adjuvante et ceux qui n'en ont pas bénéficié. Ces études totalisent près d'un millier de cas et rapportent toutes des taux de réponses favorables compris entre 70 et 80 % en faveur de l'OHB.
- On citera en particulier l'étude de Faglia et al.[14] qui, dans une étude randomisée en double aveugle, rapportent un taux d'amputation de 8,6 % dans le groupe OHB versus 33,3 % dans le groupe contrôle ($p < 0,002$). C'est sur ces études cliniques qu'a été émise la recommandation préconisant l'utilisation de l'OHB chez certains patients.
- L'équipe de Stone et al. a analysé les résultats de 501 patients sur une période de 3 mois [15]. Les patients étaient regroupés en 2 catégories :
 - 119 ont bénéficié d'OHB,
 - 382 d'un traitement conservateur.

Tableau V: Comparaison des résultats chez les patients OHB / patients contrôle

Auteurs	Nb patients OHB/contrôle	Critères d'inclusion	Critères de jugement	Résultats OHB vs contrôle	Conclusion
Doctor 1992 [31]		Diabète et ulcération chronique	Durée moyenne de séjour, Culture +, amputation majeure évitée	41j vs 46j 3 vs 12p<0.05 87% vs 53% p<0.05	OHB supérieur
Faglia 1996 [14]	68 35/33	Diabète et lésion sévère	Patient évitant l'amputation	91% vs 67% p<0.02	OHB supérieur
Kalani 2001 [33]	38 17/21	Diabète et lésion ischémique chronique	Patient évitant l'amputation, ulcère cicatrisé, vitesse de cicatrisation	88% vs 67% 76% vs 48% Augmentée en OHB	OHB supérieur
Abidia 2003 [9]	18 9/9	Diabète et lésion ischémique chronique	Ulcères cicatrisés	5/8 vs 0/8 à 1an, p<0.026	OHB augmente la vitesse de cicatrisation



Graphique 3: Taux de guérison chez les patients bénéficiant d'un traitement par OHB par rapport à l'air ambiant (placebo). [\[12\]](#)

II- Intérêt de l'OHB :

- Le sauvetage de membre avec déambulation possible et disparition des lésions locales étaient l'issue du traitement. Une régression complète de la symptomatologie était observée chez 73 % des patients traités par OHB. Malgré le fait que ceux-ci étaient souvent plus graves que ceux bénéficiant d'un traitement conventionnel, on note un nombre moins important d'amputations dans le groupe OHB (72 *versus* 53 % $p < 0,002$). D'autres équipes ont obtenu des résultats similaires [16, 17].
- Du point de vue économique, il semble que l'usage de l'OHB soit plus intéressant que les autres traitements classiques selon l'étude de Cianci [18].
- Il n'existe que peu de véritables contre-indications à l'OHB : le pneumothorax non drainé, l'asthme aigu, les dysfonctions tubaires majeures et la coronaropathie instable. [19]

III- Les facteurs influençants :

1- Âge et sexe :

Aucune différence significative n'a été remarquée entre les femmes et les hommes ni entre les différentes tranches d'âge. Ces données sont cohérentes avec d'autres résultats notamment une étude au Royaume-Uni sur la relation des ulcères du pied diabétique avec l'âge et le sexe [20, 21].

Par ailleurs d'autres études ont remarqué qu'il existe une influence de l'âge sur les résultats. Faglia et al. [22] ont observé qu'il y avait un nombre statistiquement plus élevé d'amputations majeures dans le groupe non OHB (âge plus élevé) ($P = 0,012$) que dans le groupe OHB ($P < 0,05$). Oubre et al. [23] ont constaté que les patients qui ont obtenu de meilleurs résultats étaient plus jeunes.

2- Autre complication du diabète :

Quinze patients (62.5%) de l'échantillon de notre étude avaient un diabète de type 2 avec une durée de diabète, avant la consultation, de 24 ans. Donc le taux de complications, surtout neuropathie diabétique, était élevé.

Nos résultats sont conformes à ceux de l'étude de Fife et al. [24] qui n'ont pas observé de différence statistiquement significative entre la présence de complications du diabète et les résultats de l'OHB sur les ulcères diabétiques.

3- Type de diabète :

Dans des études comparant les résultats du traitement des ulcères du pied chez les diabétiques type 1 et type 2 [25, 26] on a observé que le diabète de type 2 était un facteur de risque important pour le développement d'ulcères du pied diabétique. Dans notre étude, on a remarqué que le résultat était presque pareil chez les diabétiques type 1 ou 2, l'essentiel était le bon contrôle des chiffres glycémiques. Aucune étude antérieure sur l'effet de l'OHB sur les ulcères du pied diabétique n'a signalé le type de diabète comme un facteur déterminant.

4- Classification des ulcères :

La classification la plus utilisée dans beaucoup d'étude est celle de Wagner. Le grade de l'ulcère influence fortement la décision thérapeutique. Faglia et al. [14] ont observé que l'OHB était efficace pour réduire la nécessité d'amputation majeure chez les patients atteints de graves ulcères du pied diabétique telle que les ulcères Grade 4 de Wagner. Une autre étude, celle de Cianci et Hunt [18], a objectivé les mêmes résultats.

Cependant, Fife et al. [24] ont eu un résultat inverse, un résultat moins bon chez les patients souffrant d'ulcères classés grade 3 ou plus de la classification de

Wagner.

En raison de petit nombre de patients dans notre étude, il n'a pas été possible d'étudier la relation entre la classification de l'ulcère et le pronostic des patients.

5- Type de germes : ☒

L'importance des types de microorganismes infectieux chez les patients diabétiques présentant un ulcère du pied a été discuté dans la littérature [27, 28]. Dans une étude de Calhoun et al. L'organisme le plus commun était le *Staphylococcus aureus* et près des trois quarts étaient des infections polymicrobiennes [28].

Le micro-organisme le plus fréquent dans notre série était le *Staph aureus*.

6- Régime de traitement :

Tous nos patients ont bénéficié d'une séance d'OHB par jour, d'une durée variable d'un patient à un autre. Souvent, quand on juge qu'un ulcère est grave, les séances de début duraient en général 90min.

Fife et al. [24] ont observé que les patients traités une fois par jour avaient des résultats plus positifs que ceux traités deux fois par jour.

Le nombre moyen de traitements d'OHB dans notre étude était de 11 séances. McMillan et Glover [29] ont suggéré que 30 à 40 séances sont communes pour les ulcères du pied diabétique au Royaume-Uni. « The Undersea and Hyperbaric Medical Society » n'a pas recommandé un nombre spécifique de séances, mais surtout de bien suivre l'évolution des ulcères et adapter le nombre en fonction [30]. Zgonis et al. [31] ont constaté que les patients avec un succès de l'OHB postopératoire avaient un nombre moyen de 20 séances.

Certains auteurs pensent que l'administration d'OHB dans une chambre

monoplace permet à 100% d'oxygène d'être appliquée par voie topique, ainsi que par voie systémique. Tous nos patients ont reçu le traitement par OHB dans une chambre monoplace. Plusieurs études [3, 17, 31, 32] ont utilisé les caissons monoplaces. En raison des différences méthodologiques entre les études, il n'est pas possible de comparer les résultats des patients traités dans les caissons monoplaces avec ceux dans les chambres multiplaces.

7- L'artériopathie athéromateuse des membres inférieurs :

Elle est connue pour être un facteur contribuant à la formation et le maintien des ulcères du pied diabétique [33, 34]. Les patients qui n'ont pas une artériopathie athéromateuse ont une évolution plus rapide des ulcères du pied. Dans une étude évaluant l'impact des facteurs de risque sur le résultat de l'OHB sur les ulcères du pied diabétique, Faglia et al. [22] ont observé que la gravité de la maladie vasculaire périphérique était liée à une amputation majeure, bien que leur analyse univariée était sur tous les patients (contrôle et OHB), donc ce résultat ne concerne pas spécifiquement les résultats de l'OHB.

CONCLUSION

Malgré le faible échantillon des patients traités par OHB, cette technique a bien montré son efficacité dans le traitement des plaies aiguës surinfectées chez les diabétiques en réduisant leur délai de cicatrisation et en diminuant l'incidence des amputations majeures.

L'OHB est l'un des traitements actuels du pied diabétique en ischémie critique en association avec les thérapeutiques habituelles, surtout quand aucun geste interventionnel n'est possible et/ou que le patient s'aggrave ou ne s'améliore pas avec un traitement médical bien conduit. Elle peut parfois éviter ou limiter l'amputation d'un membre.

Cependant, cette thérapeutique doit suivre un protocole précis avec respect des contre-indications et évaluation de l'efficacité par l'amélioration de l'oxygénation percutanée.

RESUME

L'oxygénothérapie hyperbare (OHB) est une modalité thérapeutique, basée sur l'administration d'une grande quantité d'oxygène et utilisée dans la prise en charge des plaies à cicatrisation difficile comme celles rencontrées dans les pieds diabétiques.

L'objectif de ce travail était d'évaluer l'efficacité de cette technique dans l'accélération du processus de cicatrisation du pied diabétique.

Ce travail était une étude prospective menée au service de chirurgie vasculaire du CHU Hassan II de Fès, entre Janvier 2012 et Juin 2013. 160 patients diabétiques ont été pris en charge, dont 24 ont bénéficié d'une OHB. Les paramètres étudiés sont : la durée d'hospitalisation, l'évolution de la cicatrisation, la maîtrise de l'infection et la durée du séjour.

L'âge moyen était de 60 ± 13 ans et la durée moyenne du diabète était de 24 ± 14 ans. 16 patients avaient une composante vasculaire et infectieuse ; 8 patients avaient une composante infectieuse pure. 17 patients ont été évalués par des mesures de tension transcutanée d'oxygène (tcPO₂), avec une valeur basale tcPO₂ inférieure à 40 mmHg. Tous les patients ont bénéficié de mesure de pression artérielle périphérique, et de l'HbA_{1c}. Le nombre moyen des séances de thérapie d'OHB était de 11 avec des extrêmes de 8 et 14. Une séance durait entre 60 et 90min. Le recul moyen du suivi était de 12 mois.

Malgré le faible échantillon des patients traités par OHB, cette technique a bien montré son efficacité dans le traitement des plaies aiguës surinfectées chez les diabétiques en réduisant leur délai de cicatrisation et en diminuant l'incidence des amputations majeurs.

BIBLIOGRAPHIE

1. Prompers L, Huijberts M et al. High prevalence of ischaemia, infection and serious comorbidity in patients with diabetic foot disease in Europe: baseline results from the Eurodiale study. *Diabetologia* 2007; 50: 18–25
2. Ramsey SD, Newton K, Blough D, McCulloch DK, Sandhu N, Reiber GE, et al. Incidence, outcomes, and cost of foot ulcers in patients with diabetes. *Diabetes Care* 1999; 22: 382–7.
3. Zgonis T, Garbalosa JC, Burns P, Vidt L, Lowery C. A retrospective study of patients with diabetes mellitus after partial foot amputation and hyperbaric oxygen treatment. *J Foot Ankle Surg* 2005; 44: 276–80.
4. Lipsky BA . A report from the international consensus on diagnosing and treating the infected diabetic foot. *Diabetes Metab Res Rev.* 2004 May-Jun; 20 Suppl. 1:S68-77.
5. A. Hartemann. Pied diabétique : épidémiologie. *Journal des Maladies Vasculaires*, Volume 39, Issue 2, March 2014, Page 83.
6. M. Gourine, M. Mrabet, M. Arrar. Pied diabétique : une complication qui en cache souvent d'autres. *Diabetes & Metabolism*, Volume 39, Supplement 1, 26–29 March 2013, Page A109
7. I. Got. Artériopathie et pied diabétique. *La Revue de Médecine Interne*, Volume 29, Supplement 2, September 2008, Pages S249-S259.
8. Jean-Christophe Linke, Daniel Mathieu. L'oxygénothérapie hyperbare dans le traitement des lésions du pied chez les patients diabétiques. *Sang Thrombose Vaisseaux*. Volume 17, Numéro 10, 599-602, Décembre 2005.
9. Abidia A, Laden G, Kuhan G, Johnson BF, Wilkinson AR, Renwick PM, Masson EA, McCollum PT. The role of hyperbaric oxygen therapy in ischaemic diabetic lower extremity ulcers: a double-blind randomised-controlled trial. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2003; 25: 513–518.

10. Wagner FW. The dysvascular foot: a system for diagnosis and treatment. *Foot Ankle* 2: 64 –122, 1981.
11. Arife Polat Duzgun et al. Effect of Hyperbaric Oxygen Therapy on Healing of Diabetic Foot Ulcers. *The Journal of Foot & Ankle Surgery* 47(6): 515–519, 2008.
12. AGNUS LONDAHL et al. Hyperbaric Oxygen Therapy Facilitates Healing of Chronic Foot Ulcers in Patients With Diabetes. *Diabetes Care* 33: 998–1003, 2010.
13. Londahl M, Landin-Olsson M, Katzman P. Hyperbaric oxygen therapy improves health-related quality of life in patients with diabetes and chronic foot ulcer. *Diabet Med* 2011; 28(2): 186–190.
14. Faglia E, Favales F, Aldeghi A, Calia P, Quarantiello A, Oriani G, Michael M, Campagnoli P, Morabito A. Adjunctive systemic hyperbaric oxygen therapy in treatment of severe prevalently ischemic diabetic foot ulcer: a randomized study. *Diabetes Care* 1996; 19: 1338 –1343.
15. Stone J.A., Scott R., Brill L.R., Levine B.D. The role of hyperbaric oxygen in the treatment of diabetic foot wounds. *Diabetes* 1995; 44(1 suppl): 71A.
16. Baroni G., Porro T., Faglia E., Pizzi G., Mastropasqua A. Hyperbaric oxygen in diabetic gangrene treatment. *Diabetes Care* 1987; 10 : 81-86.
17. Zamboni WA., Wong H.P., Stephenson LL., Pfeifer M.A. Evaluation of hyperbaric oxygen for diabetic wounds : a prospective study. *Undersea Hyperbaric Med* 1997; 24: 175-179.
18. Cianci P. Adjunctive hyperbaric oxygen in the treatment of problem wounds an economic analysis. In Kindwall E., ed. *Proceedings of the eighth international congress on hyperbaric medicine*. San Pedro, CA: Best publishing 1984; 213-216.

19. Magnus Löndahl et al. Hyperbaric oxygen therapy as treatment of diabetic foot ulcers. *Diabetes Metab Res Rev* 2012; 28 (Suppl 1): 78–84.
20. Bishop AJ, Mudge E. A retrospective study of diabetic foot ulcers treated with hyperbaric oxygen therapy. *Int Wound J* 2012; 9:665–676.
21. Ince P, Kendrick D, Game F, Jeffcoate W. The association between baseline characteristics and the outcome of foot lesions in a UK population with diabetes. *Diabetes Med* 2007; 24: 977–81.
22. Faglia E, Favales F et al. Change in major amputation rate in a center dedicated to diabetic foot care during the 1980s: prognostic determinants for major amputation. *J Diabetes Complications* 1998; 12: 96–102.
23. Oubre CM, Roy A, Toner C, Kalns J. Retrospective study of factors affecting non-healing of wounds during hyperbaric oxygen therapy. *J Wound Care* 2007; 16: 245–50.
24. Fife CE, Buyukcakil C, Otto G, Sheffield P, Love T, Warriner R 3rd. Factors influencing the outcome of lower-extremity diabetic ulcers treated with hyperbaric oxygen therapy. *Wound Repair Regen* 2007; 15: 322–31.
25. Hokkam EN. Assessment of risk factors in diabetic foot ulceration and their impact on the outcome of the disease. *Prim Care Diabetes* 2009; 3: 219–24.
26. Black E, Vibe-Petersen J, Jorgensen LN, Madsen SM, Agren MS, Holstein PE, Perrild H, Gottrup F. Decrease of collagen deposition in wound repair in type 1 diabetes independent of glycaemic control. *Arch Surg* 2003; 138: 34–40.
27. Lee SS, Chen CY, Chan YS, Yen CY, Chao EK, Ueng WN. Hyperbaric oxygen in the treatment of diabetic foot infection. *Chang Gung Med J* 1997; 20:17–22.
28. Calhoun JH, Cantrell J, Cobos J, Lacy J, Valdez RR, Hokanson J, et al. Treatment of diabetic foot infections: Wagner classification, therapy, and outcome. *Foot Ankle* 1988; 9: 101–6.

29. McMillan G, Glover M. The clinical and economic potential of hyperbaric oxygen therapy in the treatment of diabetic ulceration and other conditions. *Int J Low Extrem Wounds* 2007; 6: 130–8.
30. Gesell LB, editor. *Hyperbaric oxygen therapy indications*. Durham, NC: UHMS, 2008.
31. Doctor N, Pandya S, Supe A. Hyperbaric oxygen therapy in diabetic foot. *J Postgrad Med* 1992; 38: 112–4.
32. Kalani M, Jönneskog G, Naderi N, Lind F, Brismar K. Hyperbaric oxygen therapy in treatment of diabetic foot ulcers. Long-term follow-up. *J Diabetes Complications* 2002; 16: 153–8.
33. Boulton AJM. The diabetic foot: grand overview, epidemiology and pathogenesis. *Diabetes Metab Res Rev* 2008; 24 Suppl 1:S3–6.
34. Singh N, Armstrong DG, Lipsky BA. Preventing foot ulcers in patients with diabetes. *JAMA* 2005; 293: 217–28.