

UNIVERSITE DE NANTES

FACULTE DE MEDECINE

Année 2007

N°15

THESE

pour le

**DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE
DES DE MEDECINE GENERALE**

par

Sabine Naour-Leroy

née le 26/01/72 à Paris 14

Présentée et soutenue publiquement le 30 mai 2007

**APPORT DE L'OXYMETRIE DYNAMIQUE DANS LA
DETERMINATION DES PROGRAMMES DE
REENTRAINEMENT AU STADE DE L'HYPOXIE
D'EFFORT CHEZ LE PATIENT VASCULAIRE**

Président : Monsieur le Professeur Philippe Patra

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Dominique Eveno

PLAN

PREAMBULE

INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE : BASES

1 – PHYSIOPATHOLOGIE

2 - CLASSIFICATION DES ARTERIOPATHIES OBLITERANTES DES MEMBRES INFERIEURS (AOMI), DEFINITION DE L'HYPOXIE D'EFFORT

21 – CLASSIFICATION DE LERICHE ET FONTAINE

22 – EXPLORATIONS FONCTIONNELLES VASCULAIRES

23 – CLASSIFICATION CLINIQUE ET HEMODYNAMIQUE DES AOMI

3 - EVALUATION D'UNE AOMI, EXPLORATIONS FONCTIONNELLES VASCULAIRES

31 – TEST DE MARCHE, PERIMETRE DE MARCHE

311 - PM ESTIME

312 – MESURE DU PERIMETRE DE MARCHE SUR PARCOURS ETALONNE

313 – TEST DES 6 MINUTES

314 – MESURE DU PERIMETRE DE MARCHE SUR TAPIS ROULANT

32 - EXPLORATIONS STATIQUES

321 – EXPLORATIONS MACROCIRCULATOIRES : PRESSIONS DISTALES

322 – EXPLORATIONS MICROCIRCULATOIRES

3221 - Etude de la pulsatilité digitale avec test d'hyperhémie réactionnelle

3222 – Mesure de la pression transcutanée en oxygène

- *TECHNIQUE*
- *PHYSIOPATHOLOGIE*
- *EXPRESSION DES RESULTATS*

- *MESURES ETAGEES*
- *OXYMETRIE TRANSCUTANEE DE REPOS (OXYMETRIE STATIQUE)*

33 – EXPLORATIONS DYNAMIQUES

331 – EXPLORATIONS MACROCIRCULATOIRES :
TEST DE MARCHE SUR TAPIS ROULANT
(TEST DE STRANDNESS)

332– EXPLORATIONS MICROCIRCULATOIRES :
OXYMETRIE TRANSCUTANEE D’EFFORT
(OXYMETRIE DYNAMIQUE)

34 – QUESTIONNAIRES

4 – RAPPELS SUR LA READAPTATION EN PATHOLOGIE CARDIOVASCULAIRE

41 – BASES PHYSIOLOGIQUES DU RE ENTRAINEMENT A L’EXERCICE PHYSIQUE

411 – PHYSIOLOGIE

412 - QUELLES SONT LES CONDITIONS AUXQUELLES LE RE ENTRAINEMENT DOIT SATISFAIRE POUR SE PRODUIRE EN AEROBIE ET AMELIORER CETTE VOIE ?

4121 - Surcharge et surcompensation

4122 - Comme les autres voies énergétiques la voie aérobie peut être développée sur deux versants complémentaires : en puissance et en capacité

4123 - L’entraînement n’a d’effet que sur les groupes musculaires qui s’entraînent et seulement sur ceux-là.

42 – EFFETS PHYSIOLOGIQUES DU RE ENTRAINEMENT EN AEROBIE

421 – EFFETS METABOLIQUES MUSCULAIRES

422 – MODIFICATIONS MICROCIRCULATOIRES

423 – MODIFICATIONS HEMORRHEOLOGIQUES

424 – MODIFICATIONS CIRCULATOIRES

425 – MODIFICATIONS SYSTEMIQUES CARDIOVASCULAIRES ET RESPIRATOIRES

426 – FACTEURS BIOMECANIQUES

427 – CORRECTION DU SYNDROME DE DESADAPTATION A L'EFFORT

428 – EFFETS DU RE ENTRAINEMENT AEROBIE SUR LES FACTEURS DE RISQUE CARDIOVASCULAIRES

429 – EFFETS PSYCHOLOGIQUES DU REENTRAINEMENT

42 10 – CONCLUSION

43 – ETABLISSEMENT D'UN PROGRAMME DE RE ENTRAINEMENT, EVALUATION DE L'APTITUDE A L'EFFORT

431 – READAPTATION EN CARDIOLOGIE

432 – READAPTATION DANS L'AOMI

5 – CONCLUSION

2^{ème} PARTIE : REVUE DE LA LITTERATURE

1 – LARSEN O., LASSEN A.

2 – FRANCO A., BOUCHET J-Y

3 – CASILLAS J-M, BECKER F, DIDIER J-P

4 – CHIGNON

5 – CHOMARD

6 – GARDNER AW, REGENSTEINER JG, HIATT WR ET COLLABORATEURS

3^{ème} PARTIE : DETERMINATION DES PROGRAMMES DE RE ENTRAINEMENT AU STADE D'HYPOXIE D'EFFORT A LA TOURMALINE

1 – REMARQUES

2 - PROTOCOLE DE PRISE EN CHARGE A LA TOURMALINE

21 – EVALUATION PRE REENTRAINEMENT

22 – PARAMETRES DE RE ENTRAINEMENT

23 – PROGRAMME DE RE ENTRAINEMENT

24 – CONTROLE APRES REEDUCATION

3 - CAS CLINIQUES

4 – SYNTHÈSE

SYNTHÈSE

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES : - feuille de résultats d'une épreuve d'oxymétrie dynamique au centre de rééducation fonctionnelle de La Tourmaline
- courbes statistiques des oxymétries réalisées entre 1993 et 2006 à La Tourmaline

PREAMBULE

Si le pronostic vital des patients porteurs d'artériopathie des membres inférieurs est lié à l'état cardiaque et neurologique, il s'agit dans la prise en charge thérapeutique de l'artériopathie elle-même de contrôler l'évolutivité locale de la maladie afin d'éviter l'amputation et d'améliorer ou de préserver l'état fonctionnel et la qualité de vie.

Nous n'aborderons ici que le stade d'hypoxie d'effort (stade II de Leriche et Fontaine).

La réadaptation vasculaire et notamment le réentraînement à l'effort constituent une part essentielle de la prise en charge thérapeutique des artériopathies oblitérantes des membres inférieurs (AOMI) au stade d'hypoxie d'effort, lorsqu'il n'y a pas d'indication chirurgicale ou chez des patients se retrouvant à ce stade après revascularisation. Ce fait est admis et expérimenté depuis plusieurs dizaines d'années par les équipes de médecins travaillant avec les artériopathes, tant en France qu'à l'étranger, avec des résultats positifs validés par de très nombreuses études. (Ceci bien que les différents auteurs s'accordent à trouver la réadaptation vasculaire insuffisamment pratiquée en France [6]). En revanche la mise en œuvre de la réadaptation reste différente selon les équipes, en ce qui concerne les programmes et les techniques utilisés, bien que le réentraînement à la marche lorsqu'il est possible soit désormais considéré unanimement comme indispensable, mais également et surtout en ce qui concerne les moyens de détermination des paramètres des programmes de réentraînement et les moyens du suivi évolutif.

La place de la mesure de la pression transcutanée en oxygène (TcPO₂) au repos dans la prise en charge des artériopathies au stade d'ischémie de repos est désormais bien établie et reprise dans les différents consensus français et européens.

La mesure de la TcPO₂ à l'effort (oxymétrie transcutanée dynamique), quant à elle, s'est développée depuis les travaux de HAUSER en 82, puis de PROVAN, HOLDICH et SCHMIDT à l'étranger, et essentiellement de CHOMARD, GRARD et DESMYTTERE en France. Mais son utilisation en pratique courante reste très variable et sa place pas si bien définie lorsque l'on parcourt la littérature, malgré des potentialités certaines (cf. travaux de Chomard, Grard et Desmyttere).

L'équipe de la Tourmaline à Nantes, centre spécialisé dans la rééducation des artériopathes, familière de l'oxymétrie transcutanée, utilise l'oxymétrie dynamique pour la détermination des programmes de réentraînement à l'effort des artériopathes au stade d'hypoxie d'effort et pour le suivi évolutif de ces patients.

Nous nous efforcerons d'exposer leur approche.

INTRODUCTION

Nous tâcherons de montrer à travers ce travail la nécessité d'utiliser un examen complémentaire évaluant le degré d'ischémie de façon quantitative et objective comme l'oxymétrie transcutanée dynamique dans la rééducation des artériopathes au stade d'hypoxie d'effort.

Dans une première partie nous examinerons l'ensemble des principes théoriques indispensables à l'approche de la rééducation chez les artériopathes.

Nous resituerons tout d'abord le stade d'hypoxie d'effort d'un point de vue physiologique et clinique et verrons la place de la quantification du degré d'ischémie dans la prise en charge de l'artériopathie.

Nous exposerons ensuite les différents examens complémentaires non invasifs permettant d'analyser l'état vasculaire fonctionnel des membres inférieurs avec leurs intérêts et leurs caractéristiques, tout en envisageant ceux pouvant avoir leur place en rééducation.

Puis nous rappellerons les principes de la rééducation à l'effort, cadre dans lequel s'inscrit la rééducation des artériopathes et la rééducation des patients porteurs de pathologies cardiaques. Les principes de la rééducation des artériopathes étant moins bien établis que ceux de la rééducation cardiologique nous confronterons l'approche en cardiologie et l'approche en médecine vasculaire afin de voir de quels examens complémentaires disposent les cardiologues rééducateurs, comment ils les utilisent et quels enseignements l'on peut en tirer pour la rééducation des artériopathes.

Après avoir récapitulé tous ces éléments, dans une deuxième partie nous examinerons la conduite des différentes équipes de rééducation vasculaire en France et à l'étranger.

Enfin nous exposerons la conduite des praticiens de la Tourmaline.

PREMIERE PARTIE : BASES

1 - PHYSIOPATHOLOGIE

L'artériopathie oblitérante des membres inférieurs (AOMI) est une des manifestations pathologiques de l'athérosclérose. L'athérosclérose est une altération des parois artérielles de l'organisme qui entraîne une sténose locale et qui passe au statut pathologique soit parce qu'elle est assez importante pour entraîner une ischémie chronique dans le territoire d'aval soit par la survenue d'une complication aiguë.

Nous n'aborderons ici que les manifestations chroniques de l'AOMI, excluant les complications aiguës que sont les thromboses aiguës soit au niveau des sténoses soit par migration d'un embol.

Ainsi dans l'artériopathie chronique des membres inférieurs les lésions des artères des membres inférieurs entraînent une diminution du flux artériel en aval (ischémie) avec baisse des pressions de perfusion (perte de charge hémodynamique) ; l'ischémie est responsable d'une diminution de l'apport d'oxygène aux tissus dont résulte une hypoxie tissulaire relative, c'est-à-dire qu'il y a inadéquation entre l'apport sanguin en oxygène et les besoins cellulaires. Selon la gravité de l'atteinte, l'hypoxie peut se manifester cliniquement soit à l'effort, c'est la claudication intermittente, soit au repos, ce sont les douleurs de décubitus et les troubles trophiques.

2 - CLASSIFICATION DES ARTERIOPATHIES OBLITERANTES DES MEMBRES INFÉRIEURS (AOMI), DÉFINITION DE L'HYPOXIE D'EFFORT

On peut distinguer 3 étapes dans l'évaluation d'une AOMI : le diagnostic, l'évaluation topographique des lésions et l'évaluation du degré d'ischémie. La première étape repose sur la clinique éventuellement complétée d'un test de marche, la mesure de pression distale (index de pression systolique à la cheville +/- pression systolique au gros orteil) et l'imagerie ultrasonique voire radiologique. La seconde sur l'imagerie. La troisième, qui détermine le stade de gravité de la maladie, sur la clinique et les explorations fonctionnelles vasculaires.

C'est en fonction de la topographie et du degré d'ischémie que se font les choix thérapeutiques.

C'est la classification des AOMI en fonction du degré d'ischémie que nous rappellerons ici. Les explorations fonctionnelles vasculaires permettant d'évaluer le degré d'ischémie seront détaillées dans le chapitre suivant.

21 – CLASSIFICATION DE LERICHE ET FONTAINE

La classification traditionnelle de l'AOMI est celle de Leriche et Fontaine (1952) qui s'efforce en fonction de la symptomatologie clinique présentée par le patient d'évaluer la sévérité de l'artériopathie :

Stade I : asymptomatique, absence de signes fonctionnels

Stade II : claudication intermittente

Stade III : douleurs de décubitus

Stade IV : gangrène distale

22 – EXPLORATIONS FONCTIONNELLES VASCULAIRES

L'évolution des examens complémentaires, et notamment des explorations fonctionnelles vasculaires, a montré l'insuffisance de la symptomatologie clinique dans l'évaluation de la gravité de l'AOMI et les examens macrocirculatoires (hémodynamiques) et micro circulatoires permettent de valider et de quantifier le degré d'ischémie de la maladie, qui détermine le risque vital pour le membre et la prise en charge thérapeutique.

23 – CLASSIFICATION CLINIQUE ET HEMODYNAMIQUE DES AOMI

Ainsi Becker synthétise-t-il les connaissances actuelles et propose une classification hémodynamico-clinique et pronostique des AOMI. Cette classification est également reprise dans les recommandations 2006 de l'HAS [46] :

> Le vrai stade infra-clinique correspond aux AOMI sans lésions hémodynamiquement significatives. Le patient est asymptomatique. Les signaux doppler, les pressions distales, l'IPS, le test d'hyperhémie réactionnelle et le test de marche sur tapis roulant avec mesure de la pression de cheville post-effort sont normaux.

> Ischémie d'effort (de marche):

- Elle ne se retrouve que dans les formes chroniques d'AOMI.
- Elle regroupe une partie des stades I et les stades II de Leriche et Fontaine sous la même entité.
- AOMI asymptomatique (absence de ressenti de la douleur ou efforts insuffisants dans l'activité usuelle du patient) ou avec claudication intermittente douloureuse d'effort, de degré divers.
- Signaux doppler distaux anormaux ou IPS abaissé au repos en décubitus < 0,9.
- Comme le précisent Becker et l'HAS l'IPS à la cheville peut être remplacé par la pression systolique à l'orteil anormale ou l'indice de pression systolique à l'orteil anormal.
- Pour Becker l'IPS quantifie la perte de charge.
- Test d'hyperhémie réactionnelle ou test de marche sur tapis roulant avec mesure de la pression de cheville post-effort (test de Strandness) anormaux.

> Pour Becker le test d'hyperhémie réactionnelle par l'allongement du temps de latence post-ischémique et la perte de la pulsatilité digitale post-ischémique permet de reconnaître les claudicants hémodynamiquement sévères à la limite entre l'ischémie d'effort et l'ischémie permanente.

> Ischémie permanente ou ischémie de repos :

- Nous reprenons ici les critères de l'HAS plus récents et légèrement différents de ce qu'avait exposé Becker.
- Il s'agit d'un stade où la vitalité du membre lésé est menacée.
- L'ischémie permanente peut être chronique d'installation progressive ou correspondre à une complication aiguë.
- AOMI avec douleurs de décubitus acrales, soulagées par la position pied déclive, ou avec trouble trophique.
- Paramètres validant : pression systolique à la cheville < 50 mm Hg et/ou pression systolique digitale < 30 mm Hg, pulsatilité digitale abolie, TcPO₂ à l'avant-pied en décubitus < 35 mm Hg.
- Becker séparait les patients en 2 groupes de pronostic différents : si la TcPO₂ en position assise est supérieure ou égale à 40 mm Hg le pronostic est bon, si elle est inférieure à 40 mm Hg le pronostic est mauvais.

> Par ailleurs la notion d'ischémie critique chronique a été isolée. Elle correspond à un sous-groupe plus sévère du stade d'ischémie permanente. Une réunion de consensus européenne (Dormandy, 1989-1992) en a posé les critères :

- Douleur de repos nécessitant des antalgiques, persistantes ou récurrentes depuis au moins 2 semaines et/ou trouble trophique distal.
- Et pression systolique à la cheville < 50 mm Hg (voire < 70 mm Hg) ou pression systolique à l'orteil < 30 mm Hg
- Et pour les travaux de recherche clinique, avec pression systolique toujours mesurée à l'orteil, TcPO₂ à l'avant-pied en décubitus inférieure ou égale à 10 mm Hg insensible à l'inhalation d'oxygène et artériographie obligatoire.

3 - EVALUATION D'UNE AOMI, EXPLORATIONS FONCTIONNELLES VASCULAIRES

Les explorations fonctionnelles vasculaires sont des méthodes non invasives permettant d'apprécier le retentissement hémodynamique et fonctionnel des lésions vasculaires occlusives. Elles donnent une évaluation du degré d'ischémie mais il faut bien noter, dans une perspective de rééducation, qu'elles ne permettent pas toutes d'explorer les capacités fonctionnelles du patient.

Nous n'exposerons ici que les explorations fonctionnelles vasculaires ayant fait la preuve de leur efficacité et de leur intérêt en pratique courante et reconnues par tous, notamment en France.

31 – TEST DE MARCHE, PERIMETRE DE MARCHE

L'évaluation des capacités de marche du patient est une première manière simple de chercher à estimer la gravité de l'AOMI au stade d'hypoxie d'effort. Le périmètre de marche (PM) rend bien compte du retentissement fonctionnel de l'artériopathie et de son évolution.

311 - PM ESTIME

L'interrogatoire permet de déterminer un périmètre de marche estimé mais il a été montré par plusieurs études qu'il est peu reproductible et qu'il n'est pas un paramètre fiable d'analyse des capacités de marche. « La distance de claudication est faussement estimée, rapportée de manière inexacte, faussement enregistrée, mesurée de manière inappropriée et habituellement mal interprétée » concluent Watson et al (British Journal of Surgery, août 1997). Il correspond en revanche au ressenti du patient et peut être intéressant comme indicateur de mode de vie comme le note Chomard [6,7].

C'est pourquoi ont été développés des tests de mesure du périmètre de marche permettant d'obtenir un paramètre objectif évaluant les capacités de marche du patient et par là la gravité de l'artériopathie. Le périmètre de marche est ainsi un moyen d'évaluation et de suivi du patient. Il existe de très nombreux protocoles.

312 – MESURE DU PERIMETRE DE MARCHE SUR PARCOURS ETALONNE

Les protocoles sont très variables selon les équipes.

Il peut s'agir d'une marche en terrain plat balisé gradué (couloir ou autre). Le malade marche à sa vitesse confortable de marche ou bien une vitesse lui est imposée par un kinésithérapeute qui l'accompagne. Franco et son équipe utilisaient ainsi une fréquence de marche de 2 pas par seconde (soit une vitesse de 6 km/h pour un pas moyen de 0,80 m). Le problème est que, le terrain étant plat, si la vitesse n'est pas suffisante l'ischémie ne se manifeste pas. Néanmoins l'intérêt de laisser le patient choisir sa vitesse est de déterminer ce que l'on appelle sa vitesse confortable de marche. C'est la vitesse spontanément adoptée par le patient et il a été montré qu'elle correspond à la marche au moindre coût énergétique pour le patient (cf.infra). Elle peut être utilisée ensuite pour les tests sur tapis roulant et pour la rééducation.

Les paramètres mesurés sont les suivants :

- le périmètre de gêne = distance initiale de claudication = walking distance to onset of pain = pain-free walking distance : c'est la distance à laquelle apparaît la première sensation de gêne.
- le périmètre de marche = périmètre de crampe = distance maximale ou totale de claudication = maximal walking distance : c'est la distance maximale parcourue jusqu'à l'apparition d'une crampe qui oblige le patient à s'arrêter.
- le temps nécessaire, après arrêt de la marche, à la disparition des douleurs ischémiques = durée de récupération.

La mesure du périmètre de marche peut également se faire sur tout terrain avec un système d'enregistrement du nombre de pas ou bien de la distance parcourue.

Ces tests ont l'avantage de ne pas nécessiter de matériel coûteux et d'être adaptés aux conditions réelles de vie des malades. D'autant plus qu'il s'agit d'une marche physiologique ce qui n'est pas le cas sur tapis roulant. Ils permettent de mesurer la distance fonctionnelle réelle et constitue une évaluation correcte des capacités de marche du patient. Néanmoins seuls le test des 6 minutes et les tests sur tapis roulant s'avèrent précis et reproductibles.

313 – TEST DES 6 MINUTES

Ce test initialement développé pour les pathologies cardiaque a été repris pour les artériopathes. Gardner a montré dans des études qu'il est fiable et reproductible, bien relié à la sévérité fonctionnelle et hémodynamique chez les patients au stade d'hypoxie d'effort [26].

L'équipe de Gardner le réalise comme suit : un trajet de 100 pieds est délimité dans un couloir ; le patient a pour consigne de le parcourir en marchant autant de fois qu'il le peut en 6 minutes ; un technicien placé au centre prodigue des encouragements toutes les 2 minutes ; si une douleur apparaît le patient doit marcher aussi longtemps qu'il le peut malgré sa douleur ; un podomètre enregistre le nombre de pas ; le temps et la distance jusqu'au début de la douleur, la distance totale et le nombre de pas sont notés.

314 – MESURE DU PERIMETRE DE MARCHE SUR TAPIS ROULANT

Là encore de nombreux protocoles existent.

Il existe des tests à charge constante. Le patient marche alors sur un tapis roulant avec une pente donnée et une vitesse donnée. La pente est en général comprise entre 0 et 15 %, souvent 10 %. La vitesse est en général comprise entre 0 et 8 km/h, le plus souvent proche de 3 km/h. Chomard, Gard et Desmyttere ont proposé comme certains anglosaxons que la vitesse soit la vitesse confortable de marche et que la charge soit constante mais en prenant en compte le poids du patient. C'est-à-dire que la valeur de la pente soit choisie en fonction du poids du patient selon une formule mathématique (cf. infra).

Certains préconisent la réalisation de tests à charge progressive, notamment Gardner et son équipe. Le patient marche à une vitesse constante de 2 mph (miles per hour). La pente est initialement de 0 % et augmente de 2 % toutes les 2 minutes.

Il a été montré que pour des raisons de fiabilité de ces tests le patient ne devait pas tenir ou du moins pas agripper la barre de support du tapis roulant.

Les paramètres mesurés sont de même :

- le périmètre de gêne = pain-free walking distance
- le périmètre de marche = périmètre de crampe = maximal walking distance
- éventuellement la durée de récupération

32 - EXPLORATIONS STATIQUES

321 – EXPLORATIONS MACROCIRCULATOIRES : PRESSIONS DISTALES

Ces méthodes explorent le retentissement hémodynamique des lésions artérielles sus-jacentes. Il s'agit d'analyses macro circulatoires.

Il s'agit de la pression systolique à la cheville, de l'indice de pression systolique à la cheville (IPS, IPSC) appelé également indice de pression distale (IPD) ou ankle brachial index (ABI), de la pression systolique au gros orteil (PSO, pression digitale) et de l'indice de pression systolique digitale.

- **Méthode**

Patient en décubitus dorsal, dix minutes de repos, manchon de contre-pression au tiers inférieur du segment jambier, mesure de la pression artérielle systolique de cheville par sonde doppler au cours du dégonflement du manchon, au niveau des artères tibiale postérieure, pédieuse et péronière (on retient l'artère offrant le meilleur signal).

Pression systolique humérale ou brachiale mesurée au niveau des deux membres supérieurs dans le but de rechercher une HTA et d'éliminer une lésion axillo sous-clavière ou humérale (asymétrie tensionnelle).

- **IPS = ABI = indice de YAO = PAS cheville / PAS bras** (moyenne de trois mesures successives).

- Les **valeurs normales au repos** montrent un gradient de pression entre les membres supérieurs et inférieurs avec un IPS autour de 1. Lors d'une artériopathie des membres inférieurs ce gradient est inversé.

- **Interprétation des valeurs de l' IPS dans l'AOMI** (Becker)

> ou = 1,3	: artères incompressibles (médiocalcose)
> ou = 0,9 et < 1, 3	: <u>état hémodynamique normal, valeurs normales</u>
> 0,75 et < 0,9	: AMI bien compensée
> ou = 0,4 et < ou = 0,75	: AMI moyennement compensée
< 0,4	: AMI retentissement sévère

Une variation de l'IPS n'est pas significative à $\pm 15\%$. Une variation de ± 20 à 30% traduit une évolution hémodynamique positive ou négative possible. Une variation supérieure ou égale à 30% est très significative.

La limite de l'utilisation de la pression systolique de cheville et de l'IPS est représentée par l'existence d'une rigidité des parois artérielles (médiocalcose), en cas de diabète, insuffisance rénale chronique terminale, grand âge ou maladie de Monckeberg. Elle est alors ininterprétable et peut être remplacée par la mesure de la pression au gros orteil et de l'index de pression systolique à l'orteil. Elles ont la même signification. Cependant elles nécessitent un matériel spécifique et il faut noter qu'en pratique en dehors des grands centres elles ne sont pas forcément utilisées (par exemple les angiologues de ville sur l'agglomération nantaise ne l'utilisent pas).

- **Pression digitale**

P° digitale N = 110-120 mm Hg (1 ds = 5 à 20).

- **Index de pression digitale** = $P^{\circ} \text{ digitale} / \text{PAS bras}$, N = 0,65-1

- **Signification, utilité clinique**

*

Leur mesure permet d'affirmer le diagnostic d'AOMI et donne une idée de la sévérité mais ne permet pas une stadification fiable.

En effet bien que les valeurs moyennes des pressions systoliques distales et des index de pression systolique distale soit significativement différentes entre les différents stades cliniques de Leriche et Fontaine, il existe un chevauchement des valeurs entre les stades II et III-IV et la répartition des valeurs est la même entre les stades III et IV. Cet examen ne permet donc pas de différencier les stades d'ischémie d'effort et d'ischémie de repos (Becker).

*

Elles permettent également le suivi évolutif d'un patient donné dans la mesure où une modification des pressions distales supérieure à 30 % traduit une évolution lésionnelle.

*

Par ailleurs le pronostic vital de l'AOMI est lié au risque cardio-vasculaire (coronarien et cérébral) et il a été montré que l'IPS est un marqueur du risque cardio-vasculaire plus que l'existence de signes cliniques (HAS). La valeur de l'IPS (cheville, orteil) est corrélée avec la morbi-mortalité des patients atteints d'athérosclérose, asymptomatiques ou non ([1] chap. 2).

*

Au total comme le montre la nouvelle classification HAS des AOMI l'IPS est devenu l'examen clé du diagnostic positif de l'AOMI que le patient soit symptomatique ou asymptomatique. Selon les dernières recommandations de l'HAS il est indiqué systématiquement dans le dépistage de l'AOMI et l'évaluation du risque cardiovasculaire chez tout patient à risque. Il permet un suivi évolutif de l'AOMI dans une certaine mesure.

- Par ailleurs il est possible de mesurer les pressions segmentaires aux membres inférieurs. Ceci est surtout pratiqué dans les pays anglo-saxons et permet d'évaluer le niveau des lésions artérielles.

322 – EXPLORATIONS MICROCIRCULATOIRES

3221 - Etude de la pulsatilité digitale avec test d'hyperhémie réactionnelle

Elle explore le lit artériolocapillaire, donc le retentissement au niveau micro circulatoire des lésions artérielles sus-jacentes.

On enregistre les variations de volume d'un orteil correspondant aux variations du flux capillaire local contemporaines de l'activité cardiaque. Le signal pléthysmographique est enregistré d'abord librement puis après une ischémie provoquée par le gonflement d'un brassard à la cheville.

On étudie la morphologie du signal pléthysmographique et le temps de latence post-ischémique.

L'onde de pouls digital se dégrade avec les stades cliniques : aisément reconnaissable aux stades I et II, le signal s'intègre de plus en plus du stade II au stade III jusqu'à être plat aux stades III sévères et IV. Il n'y a pas de stades III ou IV sévères avec conservation d'une pulsatilité digitale mesurable (critère d'exclusion). Lorsqu'il persiste une pulsatilité digitale au stade III, le signal est toujours totalement intégré. La perte de la pulsatilité digitale apparaît pour une pression digitale < 50 mm Hg.

Le temps de latence post-ischémique augmente significativement lorsque l' AOMI évolue du stade II vers le stade III : il est d'autant plus long que l'ischémie est plus sévère.

3222 – Mesure de la pression transcutanée en oxygène [1,14, 4, 6, 8, 9, 10, 11]

Il s'agit d'une mesure non invasive et indirecte, qui quantifie le niveau d'oxygénation tissulaire local et ainsi l'état micro circulatoire et indirectement macro circulatoire. Elle est OBJECTIVE, REPRODUCTIBLE et QUANTIFIEE.

• TECHNIQUE

On mesure la quantité d'oxygène offert à la peau.

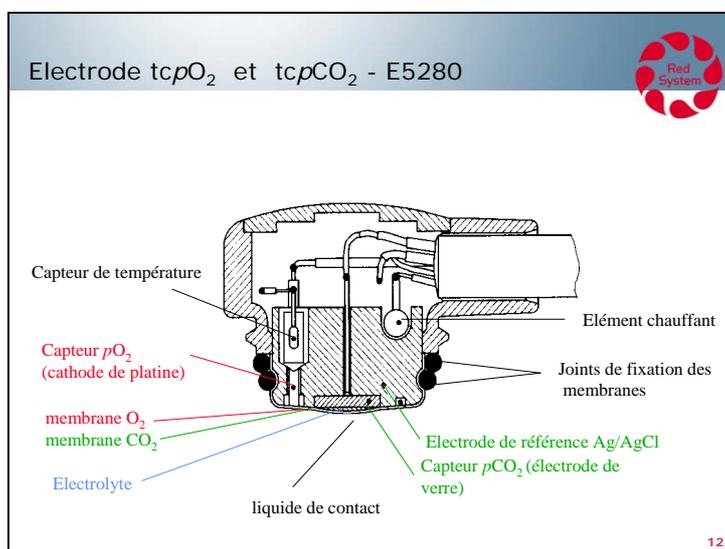
Un capteur étanche est fixé sur la peau préalablement rasée, nettoyée et dégraissée. Il est constitué d'une électrode polarographique de Clark. Il est muni d'une résistance chauffant la peau à 44°C. Il est relié à un appareil de mesure.

Un capteur est placé au dos du pied au niveau du premier espace inter métatarsien.

Plusieurs capteurs peuvent être placés simultanément en différents endroits : pour obtenir des mesures étagées on place en plus un capteur sur la face antéro-externe du mollet 10 cm au-dessous de la tête du péroné et un sur la face antérieure de cuisse 10 cm au-dessus du bord supérieur de la rotule.

Pour obtenir une mesure de référence centrale on place en plus un capteur sur le précordium 5 cm au-dessous du tiers moyen de la clavicule droite.

Document extrait de « formation radiometer » du laboratoire radiometer

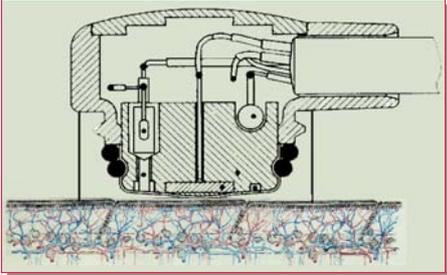


Oxygen molecules diffuse through the membran into the electrolyte and are reduced on the platinum cathode. If a fixed potential difference between the silver anode and the platinum cathode is applied, the oxygen reduction will cause a current to flow in the electrode system. Hence, the pO₂ electrode is a current generator. It delivers a current which is proportional to the O₂ concentration outside the membrane and the electrode sensitivity. The sensitivity is mainly a function of membrane material (O₂ diffusion resistance) and cathode area.

Documents extraits de « formation radiometer » du laboratoire radiometer

Electrode sur la peau

• La distance entre la surface de la peau et la couche capillaire est approximativement de 0.3 mm



13

Electrode $tcPO_2$ et $tcPCO_2$ - E5280

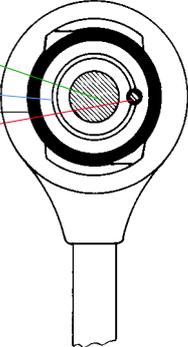
Capteur pCO_2 (electrode de verre)

Reservoir d'électrolyte

Joints

Capteur pO_2 (cathode de platine)

• La surface de l'électrode est recouverte par deux membranes qui permettent la diffusion de O_2 / CO_2 dans l'électrode



11

• **PHYSIOPATHOLOGIE**

Le réchauffement cutané, le rasage et le dégraissage permettent une bonne diffusion de l'oxygène jusqu'à l'électrode de recueil ainsi qu'une vasodilatation optimale locale entraînant un flux local constant et maximal correspondant à une artériolisation du sang capillaire.

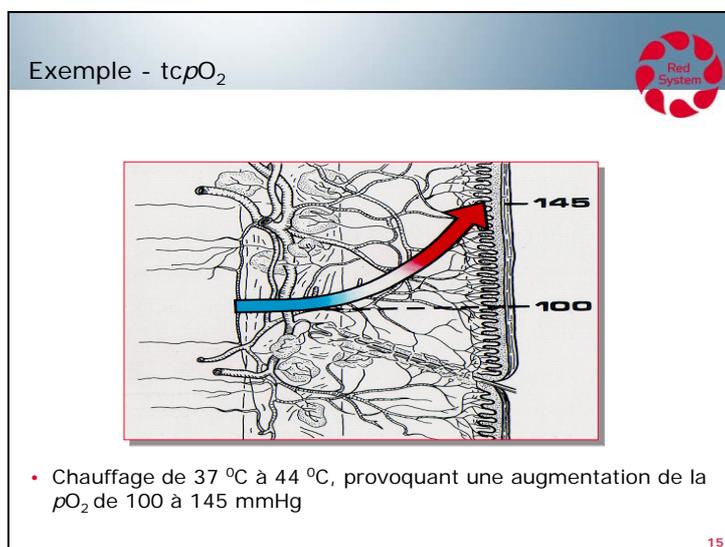
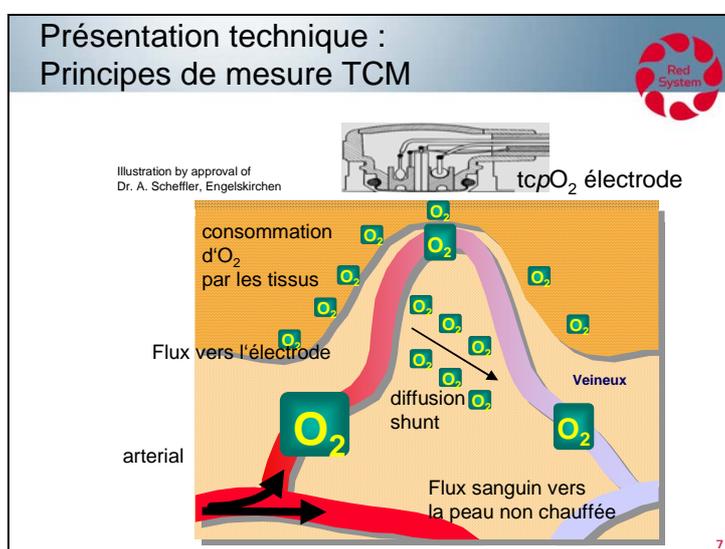
Dans ces conditions la quantité d'oxygène offert à la peau reflète l'état d'oxygénation tissulaire local qui est fonction d'une part de la pression partielle en oxygène du sang PaO_2 (déterminée par la concentration artérielle en oxygène CaO_2 et la pression en oxygène PO_2) et d'autre part du flux périphérique.

En cas d'absence de modification de l'oxygénation artérielle, l'oxymétrie transcutanée mesure donc le niveau du flux micro circulatoire local.

Elle reflète ainsi l'ensemble des facteurs influençant la micro circulation : l'état de la circulation macroscopique sus-jacente et les conditions hémodynamiques, les lésions de la micro circulation, les conditions hémorrhéologiques. Elle reflète également les conditions métaboliques (Chomard).

Donc en quantifiant l'hypoxie, elle quantifie l'ischémie, c'est-à-dire le retentissement des lésions vasculaires et par conséquent détermine le degré d'atteinte de la circulation sus-jacente.

Documents extraits de « formation radiometer » du laboratoire radiometer



• **EXPRESSION DES RESULTATS**

La TcPO₂ est exprimée en unité de pression (mm Hg, hPa). Elle est mesurée aux différents niveaux.

Cependant toute variation de la PaO₂ centrale (par modification de l'état cardiorespiratoire, du taux d'hémoglobine, de l'affinité de l'hémoglobine pour l'O₂), toute modification de l'état hémorrhéologique, toute variation centrale du flux (adaptation du débit cardiaque à l'effort) sont susceptibles de modifier la valeur de la TcPO₂ locale indépendamment de toute altération circulatoire locale.

Pour cette raison on peut exprimer les résultats en RAPPORT D'OXYGENATION TISSULAIRE ROT par utilisation de l'ELECTRODE DE REFERENCE CENTRALE :

$ROT = (TcPO_2 \text{ distale} / TcPO_2 \text{ précordiale}) * 100$, exprimé en %.

Ceci permet d'éliminer les variations d'origine centrale.

• **MESURES ETAGEES** (cuisse, mollet, pied)

On peut ainsi déterminer le niveau d'atteinte macro circulatoire.

Il est important de noter que quel que soit le niveau de l'atteinte il y a anomalies en distalité et donc que la TcPO₂ au niveau du pied répercute toute anomalie sus-jacente. Comme le dit Becker « le pied est la vitrine de l'ischémie engendrée par la ou les pertes de charge sur les axes artériels du membre inférieur ».

Néanmoins, en cas de lésions des étages supérieur (fémoro-iliaque) ou intermédiaire (fémoro-poplitée), la TcPO₂ au niveau du pied peut être moins altérée que celles de la cuisse ou du mollet par le jeu de la collatéralité.

• **OXYMETRIE TRANSCUTANEE DE REPOS (OXYMETRIE STATIQUE)**

• **Conditions de mesure**

Température ambiante stable à 20°-22°. Repos en décubitus dorsal strict 20 à 30 min permettant la stabilisation des valeurs de TcPO₂. Epreuves de sensibilisation : TcPO₂ en position assise au bord du lit (verticalisation du membre, test de distribution vasculaire, calcul du RVA) puis test d'inhalation d'oxygène (test de diffusion tissulaire).

• **Intérêt clinique**

Elle est en moyenne normale dans l'ischémie d'effort et ne permet donc pas de différencier les patients au stade d'hypoxie d'effort des patients indemnes d'artériopathie. Elle n'apporte donc aucune information au stade d'hypoxie d'effort.

En revanche elle permet de différencier l'ischémie d'effort de l'ischémie de repos. Les patients présentant une TcPO₂ au repos inférieure à 35 mm Hg (ou un ROT inférieur à 50% selon les études de Chomard) sont en ischémie de repos (ischémie permanente).

En dessous de 10 mm Hg et 20% de ROT le patient présente une ischémie critique chronique.

Pour Becker le pronostic en est mauvais si la TcPO₂ en position assise est inférieure à 40 mm Hg.

La TcPO₂ est également utilisée pour déterminer le niveau d'amputation et établir un pronostic de cicatrisation et de viabilité du moignon ainsi que pour orienter vers l'appareillage le plus adapté au degré d'oxygénation tissulaire du moignon.

33 – EXPLORATIONS DYNAMIQUES

331 – EXPLORATIONS MACROCIRCULATOIRES : **TEST DE MARCHE SUR TAPIS ROULANT** **(TEST DE STRANDNESS)** ([1] chap. 2 à 6 ; [14])

• Principe :

Après un effort, la pression artérielle s'élève dans les artères saines et chute dans les artères situées en aval d'une obstruction ou d'une sténose. Puis après quelques minutes, on retrouve les pressions initiales de repos. C'est ce que Strandness a mis en évidence.

Le principe du test de Strandness est donc de faire réaliser aux malades un effort calibré et de mesurer la pression systolique distale (de cheville) avant puis après cet effort jusqu'au retour aux valeurs de repos (ou pendant 10 à 15 minutes après effort).

• Méthode :

Le malade marche sur un tapis roulant en utilisant des critères standardisés.

Traditionnellement le test est effectué à charge constante. Selon les équipes la vitesse est comprise entre 1 et 8 km/h et la pente entre 0 et 15 %. Le plus fréquemment l'épreuve est réalisée à la vitesse de 3,2 km/h et avec une pente de 10 %. L'épreuve de marche est effectuée jusqu'à ce que la douleur empêche sa poursuite, ou bien une durée maximum est fixée (autrefois 10 minutes, actuellement 5 minutes).

Certains ont néanmoins développé des tests à effort progressif.

Certains utilisent un test avec une vitesse constante de 3,2 km/h et une pente initialement de 0 % augmentée de 3,5 % toutes les trois minutes. Ceci a été conçu pour des patients possédant un handicap physique chez lesquels une pente d'emblée importante constituerait une difficulté à la réalisation du test d'effort. Dans l'étude de Cachovan et Rogatti [41] ce test n'a pas montré d'avantage par rapport au test à charge constante.

Gardner et son équipe réalisent eux également le Strandness avec un effort progressif. Ils mesurent l'ABI lors de leur test de marche à effort progressif : vitesse constante de 2 mph, pente initiale de 0 % augmentée de 2 % toutes les 2 minutes. Le patient marche jusqu'à ressentir sa douleur maximale de claudication.

• Mesures :

La pression artérielle de cheville et/ou l'IPS sont mesurés :

- avant l'effort après 10 à 15 minutes de repos allongé
- puis aussitôt après l'arrêt de l'effort à la 1^{ère} minute,
- puis régulièrement pendant 10 à 15 minutes. Strandness effectuait une mesure toutes les minutes les 5 premières minutes puis une mesure toutes les 2 minutes pendant 20 à 30 minutes.

Une courbe d'évolution soit de la pression soit de l'IPS est établie.

Gardner et ses collaborateurs mesurent l'ABI avant effort puis à 1, 3, 5 et 7 minutes après l'effort. Sur la courbe ainsi établie est calculé un indice appelé fenêtre ischémique.

• Résultats :

Dans le cas d'une artériopathie mal compensée à l'effort (ischémie d'effort), la pression de cheville diminue. En général, si la pression de cheville diminue de plus de 20 % par rapport à la pression de repos, avec un temps de récupération supérieur à 3 minutes, le test est considéré comme pathologique.

L'intérêt de l'ABI est d'éviter de prendre en compte les variations de pression artérielle dues à l'adaptation cardiovasculaire.

Document extrait de : Bouchet J-Y, Richaud C, Franco A. Rééducation en pathologie vasculaire périphérique, Dossiers de kinésithérapie. Masson 1989

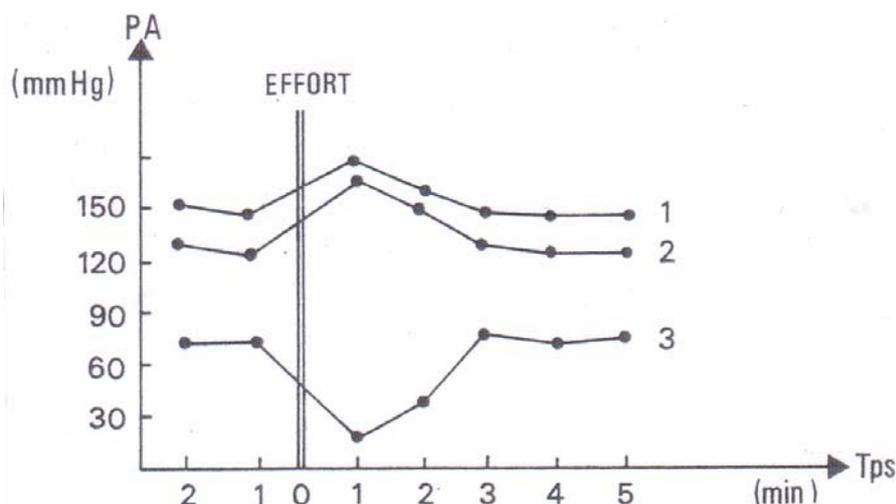


FIG. 3. — Exemple d'un test de STRANDNESS
 1. Artère tibiale postérieure saine.
 2. Artère humérale.
 3. Artère tibiale postérieure pathologique.

• La fenêtre ischémique :

Cet indice a été développé par les équipes de Feinberg et de Carter. Il est utilisé par l'équipe de Gardner pour le suivi des malades [49, 50].

La pression systolique de cheville et donc l'ABI n'apparaissent pas modifiés par la rééducation, ni au repos ni après effort. En revanche il a été montré que le réentraînement à l'effort modifie la cinétique de récupération de la pression distale après effort et la fenêtre

ischémique. La mesure de la fenêtre ischémique a donc pour but d'évaluer l'impact de la rééducation d'une façon objective.

Pour cela après le programme de rééducation un nouveau test d'effort est réalisé mais au lieu que le patient marche jusqu'à ressentir sa douleur maximale, le test est arrêté lorsqu'il a parcouru la même distance que lors du test initial. L'ABI est enregistré de la même façon. La fenêtre ischémique est alors de nouveau calculée. Ceci permet l'analyse de la modification de la fenêtre ischémique pour une distance donnée avant et après rééducation.

- **Utilité :**

Ce test a pour utilité d'analyser l'impact d'un effort calibré sur le membre inférieur atteint, d'estimer la tolérance à l'effort des lésions par enregistrement de la courbe de récupération, dans le cadre de l'ischémie d'effort.

Sa répétition au cours du temps peut permettre le suivi évolutif d'un malade.

La fenêtre ischémique est un outil développé par les rééducateurs vasculaires afin de disposer d'un paramètre de mesure objectif de l'impact de la rééducation. Les paramètres de mesure en rééducation vasculaire sont en effet peu nombreux et c'est l'un des problèmes que de mesurer l'impact du réentraînement. La mesure de la TcPO2 dynamique montre d'ailleurs également ici un intérêt.

332– EXPLORATIONS MICROCIRCULATOIRES :
OXYMETRIE TRANSCUTANEE D’EFFORT
(OXYMETRIE DYNAMIQUE)

Au stade d’hypoxie d’effort c’est à l’effort que s’exprime la faillite de perfusion artérielle et c’est à ce stade que l’oxymétrie dynamique trouve son intérêt. Elle permet de différencier l’ischémie de repos de l’ischémie d’effort. Elle va permettre de plus de quantifier objectivement l’importance de l’ischémie à l’effort.

• **Protocole de mesure**

Le test se déroule dans le même local à température constante entre 20° et 22°C.

Il se déroule en plusieurs phases successives :

- repos en décubitus dorsal strict de 20 à 30 min permettant la stabilisation des valeurs de TcPO₂,
- passage en orthostatisme (prend en compte le réflexe veinulo-artériolaire),
- effort de marche réalisé sur tapis roulant avec ou sans pente,
- arrêt de l’effort et retour immédiat au repos en décubitus dorsal strict jusqu’au retour des valeurs de TcPO₂ à la normale (nota : la TcPO₂ ne revient pas dans tous les cas à la normale).

Les mesures sont effectuées en continu au cours des différentes phases.

Les équipes travaillant avec l’oxymétrie dynamique utilisent préférentiellement les ROT pour exprimer et analyser les résultats. Ceci est particulièrement important au cours d’une épreuve d’effort où l’adaptation cardiorespiratoire à l’effort influence les valeurs de TcPO₂ périphériques indépendamment de tout état pathologique.

• **Résultats** [4, 5, 8]

La valeur de repos :

En primo décubitus les ROT aux trois niveaux (pied, mollet, cuisse) chez le patient au stade d’hypoxie d’effort sont identiques à ceux du sujet normal. Comme chez le sujet normal les ROT au niveau du pied sont légèrement inférieurs à ceux au niveau du mollet et de la cuisse.

Orthostatisme :

Lors du passage en orthostatisme on note une augmentation des ROT aux trois niveaux chez le patient au stade d’hypoxie d’effort, comme chez le sujet normal et à des valeurs identiques.

Pendant l’effort :

Chez le sujet normal les valeurs de ROT au trois niveaux se stabilisent en plateau à un niveau compris entre la valeur de repos et la valeur en orthostatisme.

Chez les malades au stade d’hypoxie d’effort, soit les ROT sont quasiment identiques à ceux du sujet normal, soit les ROT diminuent plus ou moins rapidement et plus ou moins intensément (si il y a dissociation entre les valeurs de TcPO₂ périphériques et centrales), de façon très variable selon l’importance de l’atteinte, l’intensité et la durée de l’effort.

Après l'effort : phase de récupération :

C'est en fait la courbe d'évolution des ROT lors de la phase de repos post-effort en décubitus dorsal strict qui est caractéristique au stade d'hypoxie d'effort et qui va permettre de définir des paramètres reproductibles et statistiquement significatifs utilisables en pratique.

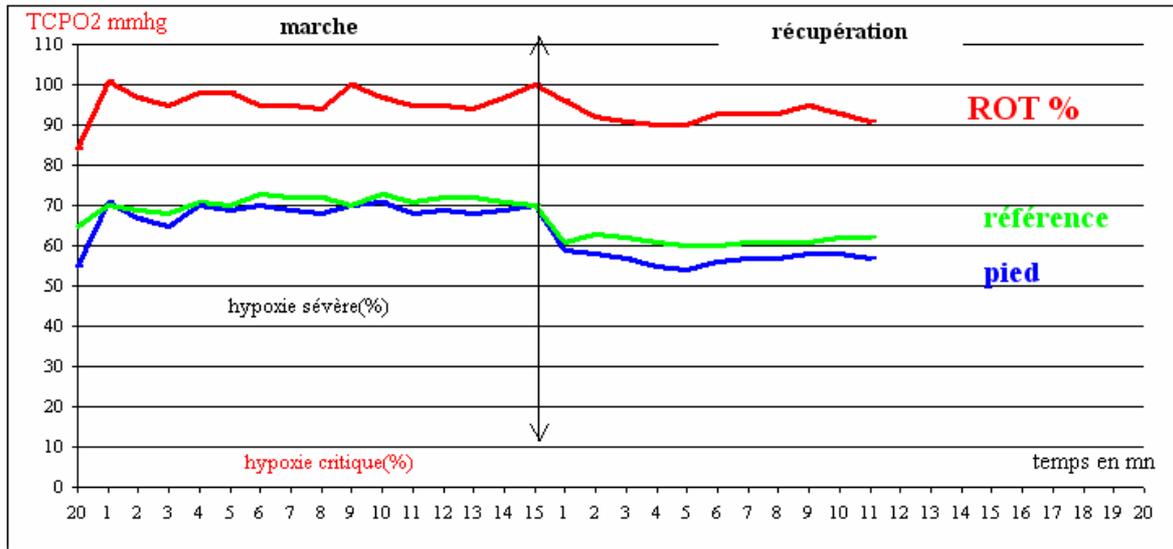
Chez le sujet normal les valeurs de TcPO₂ reviennent à la valeur de repos (basale) immédiatement après l'arrêt de l'effort.

Chez le patient au stade d'hypoxie d'effort les ROT présentent une (nouvelle) chute, brutale, en dessous des valeurs à l'effort, suivie d'un retour progressif aux valeurs basales. Ceci traduit une hypoxie post-effort qui est considérée comme la dette en oxygène du muscle accumulée durant l'effort. Elle résulte directement de la faillite de perfusion artérielle locale. Les études (essentiellement Chomard, Grard et Desmyttere en France) montrent que l'intensité de la chute et la vitesse de la récupération sont corrélées à la gravité de l'AOMI.

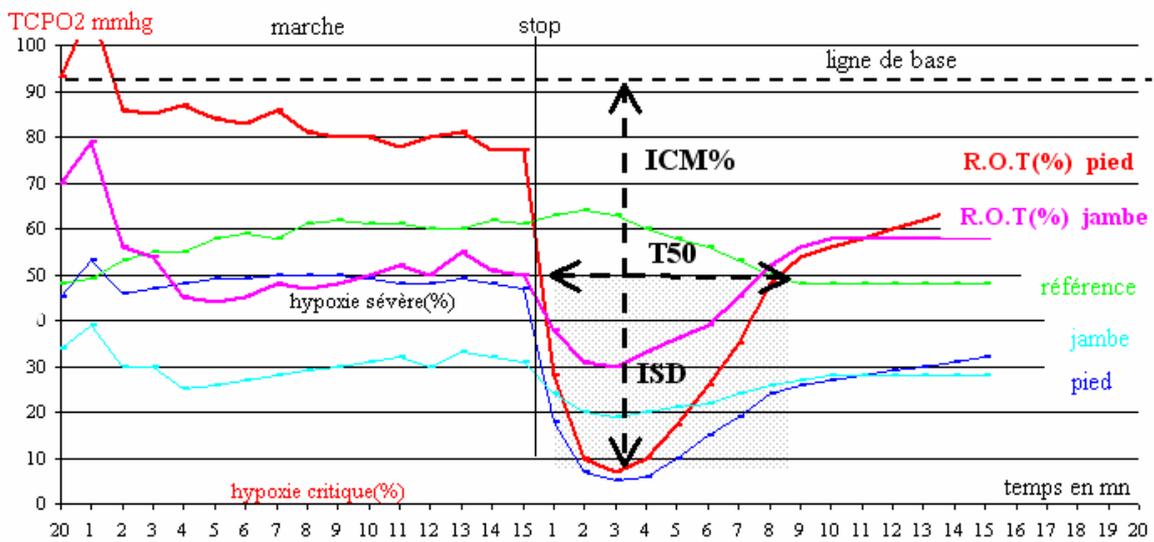
Afin de quantifier cette hypoxie et de caractériser la courbe, on définit les paramètres suivants, qui vont permettre de juger objectivement de la gravité de l'artériopathie :

- Indice de chute maximum = ICM +++ = (ROT de primo-décubitus – valeur minimale de ROT) * 100 / ROT de primo-décubitus. Il correspond à l'effondrement maximum par rapport aux valeurs de primo décubitus. L'hypothèse de Grard, Desmyttere et Chomard était que l'importance de l'effondrement post-effort et donc la valeur de l'ICM sont liés à la perte de débit rattachée à l'importance des lésions sus-jacentes. Il est d'autant plus aigu que la lésion anatomique est plus sévère.
- Temps de demi-récupération = temps de demi-hypoxie = T50 = temps durant lequel les ROT restent inférieurs à 50% de la valeur de primo décubitus (50% de l'ICM). L'hypothèse de Grard, Desmyttere et Chomard était que le retour aux valeurs basales (donc le T50) est d'autant plus long que les capacités de suppléance (circulatoires et métaboliques) sont déficitaires.
- Indice de sévérité = ISD (indice de surface defect) = ICM * T50 / 2. C'est un calcul approximatif de la demi-aire du defect observé sur la courbe. Il a été défini par Grard et Desmyttere. Il tient compte à la fois de l'importance de l'hypoxie et de sa durée et évaluerait donc globalement le retentissement des lésions hémodynamiquement parlantes sus-jacentes. Il n'a en fait semble t-il pas montré une grande pertinence dans l'évaluation de l'AOMI.
- Temps d'hypoxie continue = temps durant lequel les ROT sont compris entre 20% et 50% de la valeur de primo décubitus.
- Temps d'hypoxie critique = temps durant lequel les ROT sont inférieurs à 20% de la valeur de primo décubitus.

Courbe chez un sujet normal



Courbe chez un sujet artériopathe au stade d'hypoxie d'effort



• Signification clinique

* PREMIEREMENT

Lorsqu'il y a hypoxie d'effort l'épreuve d'oxymétrie dynamique est anormale. Grard et Desmyttere ont montré dans leurs études que l'ICM est corrélé significativement à l'index de pression systolique de repos à la cheville. L'ICM est également corrélé à la chute de l'IPS post-effort lors d'une épreuve de Strandness ou équivalent.

* DEUXIEMEMENT

La courbe post-effort et notamment l'effondrement post-effort varient avec l'importance de la défaillance circulatoire à l'effort et donc la sévérité de l'atteinte. Mais par ailleurs pour des lésions données c'est-à-dire pour un malade (ou un membre inférieur) donné ils varient selon l'intensité et la durée de l'effort. C'est à dire que l'augmentation de l'intensité et de la durée du travail fourni chez un même patient entraîne une majoration significative de l'ICM reflétant l'augmentation de la dette en oxygène musculaire à l'effort.

C'est pourquoi Chomard, Grard et Desmyttere proposent des tests d'effort standardisés [5,8,10] :

- le test d'oxymétrie dynamique à charge constante (TODCC) :

L'intensité de l'effort, c'est-à-dire la charge de travail, est fixée à 50W. Elle est fonction de la vitesse de marche, de la pente et du poids du patient. La vitesse est celle spontanément adoptée par le patient, c'est ce que l'on appelle la vitesse confortable de marche (il s'agit d'une marche au meilleur rendement énergétique pour le patient, nous y reviendrons). La pente nécessaire pour obtenir un travail à 50W est ensuite déterminée en fonction de la VCM et du poids du patient par calcul selon la formule suivante :

$$\text{Pente en \%} = \text{Puissance en Watts} / (0,02725 * \text{Vitesse en km/h} * \text{Poids en kg}).$$

La durée du test est fixé à trois minutes.

Un test à 50W et durant trois minutes peut être effectué par la plupart des patients et entraîne un retentissement sur le débit de perfusion local exploitable à travers les divers paramètres d'analyse.

Ceci constitue donc un test standardisé et reproductible.

De cette façon l'oxymétrie dynamique permet de quantifier objectivement la sévérité de l'atteinte chez un malade, de réaliser un suivi quantitatif et objectif du patient et de situer éventuellement le malade par rapport à un échantillon de patients (élaboration de stades de gravité ?).

- le test d'oxymétrie dynamique fonctionnel (TODF) :

L'objectif est de déterminer le périmètre de marche à vitesse confortable ou à vitesse imposée au bout duquel apparaît une hypoxie distale évaluée par oxymétrie transcutanée.

La vitesse est constante la plus proche de la VCM. Si la VCM est inférieur à 4 km/h le test est réalisé à plat ; si la VCM est supérieure à 4 km/h le test est réalisé avec une pente de 10%.

La distance de marche retenue est fonction : de l'apparition de signes cliniques (crampe, HTA, angor, ...), d'un effondrement de la TcPO₂ au cours de l'effort, des valeurs obtenues lors de la phase de récupération.

Ceci permet de déterminer un périmètre de marche réel ou périmètre de marche corrigé correspondant à la distance de marche à vitesse confortable hors hypoxie. Il s'agit d'une détermination objective du périmètre de marche.

Les auteurs retrouvent une relation entre les paramètres d'oxymétrie dynamique mesurés lors du test standardisé d'ODCC et le périmètre de marche corrigé mesuré lors du TODF [8].

* TROISIEMEMENT

L'utilisation simultanée de plusieurs capteurs permet la mesure étagée de la TcPO₂ au niveau du membre inférieur. Les courbes post-effort caractéristiques ne sont enregistrées qu'en aval des lésions sténosantes artérielles. Le territoire iliaque est exploré par l'électrode de cuisse, les territoires fémoraux et poplités le sont par l'électrode de mollet, l'électrode de pied reflète le déficit circulatoire global du membre. Ceci permet donc de juger des lésions hémodynamiquement significatives.

• Intérêt clinique

> L'oxymétrie dynamique montre en différé l'état lésionnel et fonctionnel du membre atteint.

> L'oxymétrie dynamique permet :

- le diagnostic différentiel dans les cas de claudication d'origine non vasculaire. Elle permet d'affirmer le diagnostic d'ischémie d'effort au même titre que le Strandness. On peut récapituler ainsi : il y a AOMI si l'IPS (ou la pression digitale) est anormal, il y a hypoxie permanente si la TcPO₂ de repos est anormale, si le patient est au stade d'hypoxie d'effort l'IPS et la TcPO₂ de repos sont normaux et le test d'oxymétrie dynamique et le test de Strandness sont anormaux. On voit également que dans les cas où l'IPS n'est pas interprétable (artères calcifiées), ce qui est loin d'être rare, la TcPO₂ statique et dynamique permet d'affirmer le diagnostic d'AOMI.
- l'appréciation objective de la sévérité d'une artérite au stade d'hypoxie d'effort permettant l'évaluation d'un patient. Dans ce cadre elle peut aider à la décision thérapeutique, permettre son suivi évolutif et de juger de l'efficacité d'une mesure thérapeutique. Il se peut qu'elle soit utilisable comme outil d'évaluation pronostique mais ceci reste à étudier.
- pour Chomard, qui seul aborde le problème de la rééducation, d'une part de déterminer la distance de ré entraînement hors hypoxie par le test d'ODE, et d'autre part de suivre l'évolution du patient au cours de la rééducation par le test d'ODCC car en effet la rééducation modifie la courbe de récupération post-effort avec surtout amélioration du T50 et des durées d'hypoxie sévère et d'hypoxie critique. [4]
- en appréciant la topographie des lésions artérielles hémodynamiquement significatives à l'effort de guider éventuellement les choix du chirurgien si une chirurgie est envisagée.

34 – QUESTIONNAIRES

341 – EVALUATION DE LA CLAUDICATION

Il existe des questionnaires qui ont pour but d'évaluer la claudication. On peut citer le Questionnaire de Rose pour les Américains et le Claudication Scale (Clau-S) pour les européens.

342 – BILAN DE LA QUALITE DE VIE

Pour un certains nombre d'auteurs, l'un des objectifs de la rééducation étant l'amélioration de la qualité de vie, il s'avère important de mesurer l'efficacité des traitement dans la vie quotidienne des malades. Ceci par des questionnaires validés d'évaluation du retentissement physique et fonctionnel et de la qualité de vie. Ils analysent les niveaux d'activité habituelle au travail ou à la maison, les limitations du fait de la claudication, le retentissement sur le plan physique, psychologique et la perception de bien-être [1, 23].

On peut citer le MOS et le SF-36 pour les Européens, le WIQ, le PAR et le MOS pour les Américains.

4 – RAPPELS SUR LA READAPTATION EN PATHOLOGIE CARDIOVASCULAIRE

L'artériopathie oblitérante des membres inférieurs est le signe d'une maladie athéroscléreuse. A ce titre il existe un risque vital important chez le patient artériopathe qui est essentiellement lié à l'atteinte associée des artères coronaires et cérébrales. En revanche l'atteinte des membres inférieurs engage le pronostic local et fonctionnel du patient.

La prise en charge thérapeutique de l'artériopathe s'inscrit dans cet état de fait. En effet une large place est faite à la prévention du risque cardio cérébral (dépistage des atteintes coronaires et cérébrales, prise en charge des facteurs de risques cardiovasculaires +++). Parallèlement on prend en charge l'artériopathie elle-même.

Le traitement de l'artériopathie elle-même a pour but de préserver le pronostic local du ou des membres et d'améliorer le patient sur un plan fonctionnel afin de diminuer son handicap et de préserver sa qualité de vie. C'est dans ce cadre que la rééducation occupe une place importante, notamment au stade d'hypoxie d'effort.

La rééducation dans l'artériopathie au stade d'hypoxie d'effort constitue une part importante de l'arsenal thérapeutique. Elle a montré comme effet essentiel une grande efficacité dans l'amélioration du périmètre de marche donc de l'état fonctionnel du patient.

De quoi est-elle faite ? Quelles sont les conditions de sa réalisation ? Quels mécanismes physiologiques expliquent l'efficacité du ré entraînement à l'exercice physique ? Il faut entrer dans les détails de la physiologie pour appréhender par la suite le détail de l'élaboration d'un programme de ré entraînement et pouvoir examiner l'intérêt des examens complémentaires qui vont pouvoir servir à l'élaboration de ce programme.

L'action de la rééducation est liée aux effets physiologiques du ré entraînement à l'exercice physique, bien connus dans le cadre de la rééducation en cardiologie. Il existe néanmoins des spécificités dans le ré entraînement chez les artériopathes. Nous développerons tout d'abord les bases physiologiques du ré entraînement puis les bénéfices physiologiques connus expliquant les améliorations obtenues, en cardiologie et dans l'AOMI.

A partir de là quels sont les problèmes posés par l'élaboration d'un programme de ré entraînement ? Les examens complémentaires ont-ils une utilité ? Quelles conditions doivent remplir les examens complémentaires en rééducation ? Nous nous efforcerons de mettre en lumière l'approche dans l'AOMI en effectuant une comparaison avec la cardiologie.

41 – BASES PHYSIOLOGIQUES DU RE ENTRAÎNEMENT A L'EXERCICE PHYSIQUE

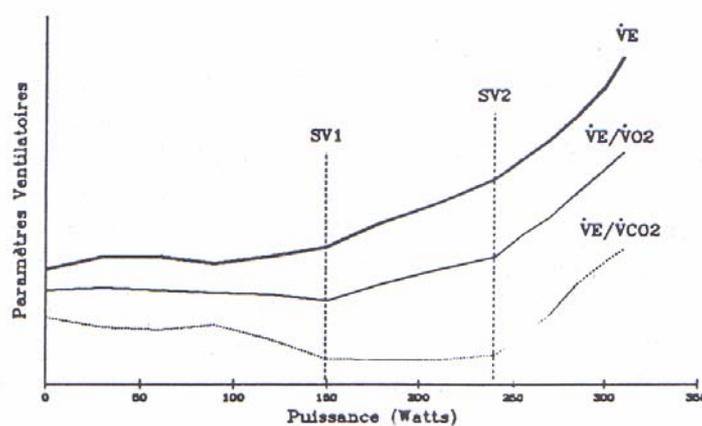
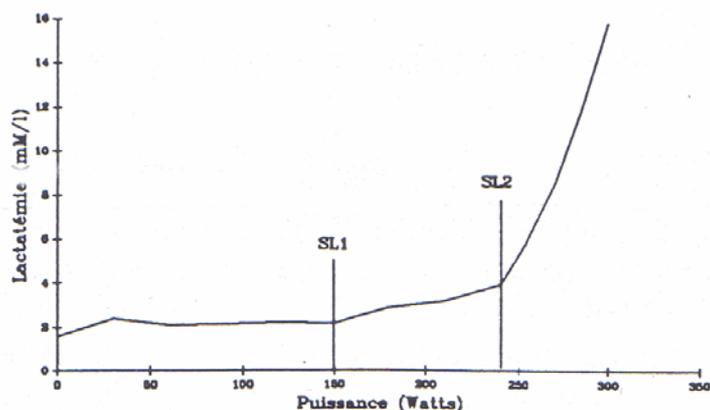
Sur un plan énergétique le but est l'amélioration de la voie aérobie. En effet l'ensemble des tâches de la vie quotidienne, de loisirs et de la vie professionnelle font appel à cette voie énergétique, les autres n'ayant d'utilité essentielle que dans certains sports et dans certains travaux de force. De plus le développement des autres voies supposent des intensités de travail trop élevées pour des personnes malades. C'est par ailleurs le développement de la voie aérobie qui est utilisée depuis de nombreuses années dans le ré entraînement à l'effort des pathologies cardiovasculaires et respiratoires et qui a ainsi montré son efficacité. Et enfin il semble évident de privilégier l'aérobie dans le ré entraînement de l'AOMI puisque l'on travaille sur des tissus qui souffrent déjà de l'anaérobie à l'effort du fait de l'hypoxie tissulaire relative.

De plus il faut spécialement éviter le travail en anaérobie car il est antagoniste de l'amélioration de la voie aérobie (Chignon).

411 – PHYSIOLOGIE

Sur un plan physiologique pur lorsque l'on fait réaliser à un sujet un effort dont on monte progressivement l'intensité (la charge), selon Wassermann les paramètres physiologiques mesurables évoluent selon les courbes de l'annexe 2 [2,3]. Il faut préciser que l'interprétation physiologique des courbes et la signification des différents seuils sont théoriques et controversées. Néanmoins la réalité de l'évolution des paramètres physiologiques selon ces courbes et les seuils observés restent la base de la démarche des rééducateurs cliniciens.

Document extrait de Hérisson Ch, Préfaut C, Kotzki N. Le réentraînement à l'effort. Problèmes en médecine de rééducation. Masson 1995



La concentration de lactates dans le sang reste pendant un certain temps à peu près stable autour de la valeur de repos. Puis à partir d'un seuil (SL1) la lactatémie mesurée dépasse la lactatémie de repos et augmente rapidement : c'est le seuil d'apparition du lactate. Ensuite à partir d'un deuxième seuil (SL2) l'augmentation de la lactatémie accélère encore : c'est le seuil d'accumulation du lactate. On parle de seuils anaérobies lactiques. Ils traduisent les limites du recours énergétique de l'organisme au métabolisme aérobie et le passage au métabolisme anaérobie producteur d'acide lactique.

De façon presque contemporaine on note deux seuils anaérobies ventilatoires SV1 et SV2. Les courbes d'évolution de la ventilation (ventilation minute V = débit expiratoire VE), de la consommation d'oxygène par unité de temps (VO_2) et de la production de dioxyde de carbone par unité de temps (VCO_2) sont d'abord linéaires. A partir de SV1 les pentes d'évolution de VE et VCO_2 augmentent parallèlement, VE/ VCO_2 reste stable, la consommation d'oxygène ralentit son accroissement et VE/ VO_2 augmente également. La production de CO_2 qui permet à l'organisme de tamponner l'acidité produite s'accroît (apparition de l'extra- CO_2), entraînant un accroissement parallèle de la ventilation pour l'éliminer alors que la consommation d'oxygène utile au processus aérobie se ralentit. A partir de SV2 le tampon bicarbonate est dépassé par l'acidose métabolique de l'exercice ce qui entraîne une augmentation supplémentaire de VE et par là une augmentation de VE/ VCO_2 . VO_2 atteint en même temps un plateau qui correspond à la « vraie » VO_2 max., consommation maximale d'oxygène. En réalité le SV2 et la vraie VO_2 max. ne sont observés que chez les sujets ayant une très bonne aptitude physique.

Dans la pratique médicale, le SL2 et le SV2 n'étant jamais atteints, on parle de seuil anaérobie lactique à partir de 4 mmoles d'acide lactique par litre de sang et de seuil anaérobie ventilatoire pour le SV1, c'est-à-dire lorsque change la pente de la courbe d'évolution de VE, VCO_2 et VO_2 [2].

Document extrait de : Chignon J-C, Jan F. La réadaptation ambulatoire à l'effort en pathologie cardio-vasculaire, monographies de cardiologie. Masson 1998

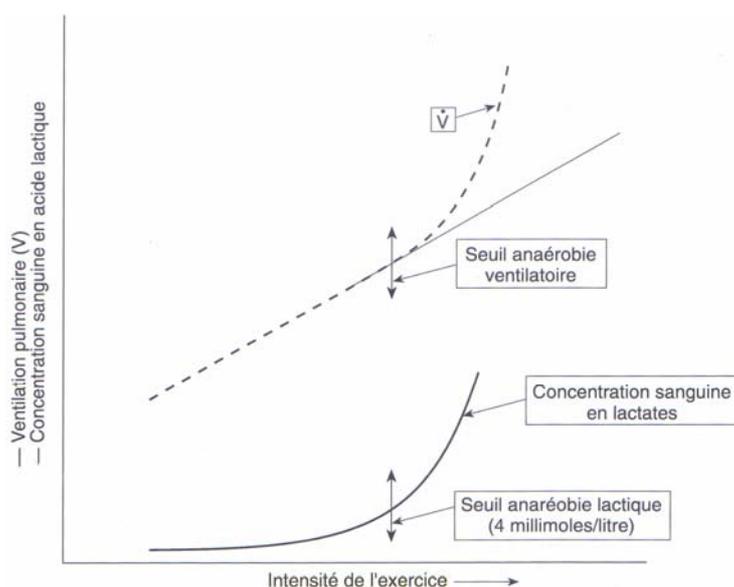


FIG. 3-1. - Détermination des seuils anaérobies. On fixe le seuil anaérobie ventilatoire à partir du moment où l'accroissement ventilatoire cesse d'être linéaire (sensation d'essoufflement). On fixe le seuil anaérobie lactique à partir du moment où la concentration des lactates dans le sang atteint 4 millimoles par litre. Ces deux seuils sont en principe synchrones mais peuvent présenter de légers décalages entre eux.

La FC évolue dans la première partie de la courbe (avant le SV1) parallèlement à la VO₂ puis de façon très variable selon les sujets et leur condition physique.

Document extrait de : Chignon J-C, Jan F. La réadaptation ambulatoire à l'effort en pathologie cardio-vasculaire, monographies de cardiologie. Masson 1998

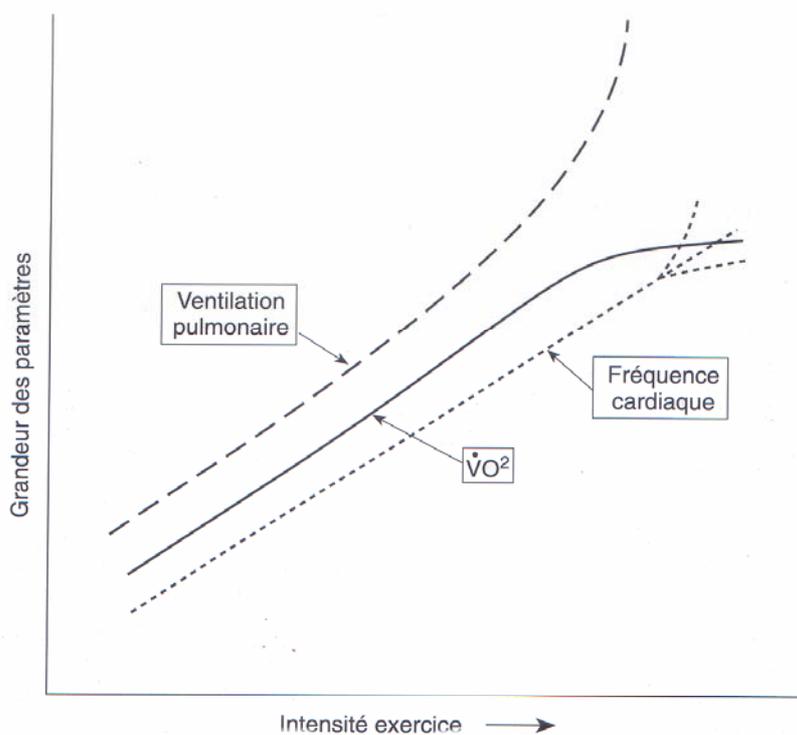


FIG. 1-6. – Comportement des principaux paramètres cardio-vasculaires et ventilatoires au cours d'un exercice à charge croissante.

La ventilation pulmonaire (V) croît d'abord de façon linéaire puis de façon géométrique.

La consommation d'oxygène (VO₂) croît de façon linéaire jusqu'à un plafond qui est un facteur constitutionnel du sujet (VO₂ max).

La fréquence cardiaque croît de façon sensiblement linéaire mais aux hauts niveaux d'intensité cesse d'être linéaire. La relation dépend alors beaucoup de facteurs individuels non prévisibles.

La charge d'exercice pour laquelle apparaissent les seuils anaérobies lactique et ventilatoire est la puissance maximale aérobie. Elle correspond à la quantité maximale d'énergie que puisse fournir le système aérobie. La valeur de VO₂ correspondante est considérée comme la VO₂ max. La VO₂ max. et la puissance maximale aérobie sont caractéristiques d'une personne donnée à un moment donné (variations avec l'entraînement, la désadaptation, les pathologies). Elles explorent l'état des processus énergétiques aérobie d'un patient, ses possibilités aérobie.

412 - QUELLES SONT LES CONDITIONS AUXQUELLES LE RE ENTRAÎNEMENT DOIT SATISFAIRE POUR SE PRODUIRE EN AÉROBIE ET AMÉLIORER CETTE VOIE ? (Chignon [2])

4121 - Surcharge et surcompensation

Nécessité d'une surcharge

Pour être efficace un entraînement doit comporter des exercices sollicitant le processus (ici aérobie) que l'on souhaite développer d'une façon aussi maximale que possible. Toutefois la surcharge ne doit pas dépasser un niveau tel que les processus liés aux autres sources énergétiques (ici anaérobies) soient mis en jeu.

La surcharge induit une récupération particulière constituée par le phénomène de surcompensation.

Respect des caractéristiques de la surcompensation

Pour avoir un effet d'entraînement, l'exercice doit être répété pendant la phase de surcompensation induite par l'exercice précédent.

Document extrait de : Chignon J-C, Jan F. La réadaptation ambulatoire à l'effort en pathologie cardio-vasculaire, monographies de cardiologie. Masson 1998

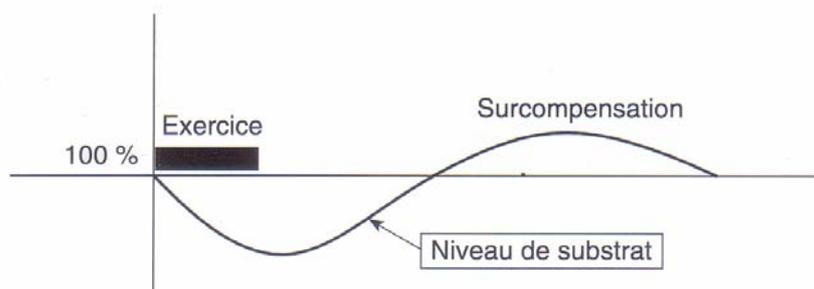


FIG. 2-1. – Représentation schématique du phénomène de « surcompensation ». Après un exercice le niveau initial de substrat baisse puis remonte et dépasse transitoirement le niveau initial. Cette augmentation temporaire du niveau de substrat est désigné sous le terme de « surcompensation ».

Document extrait de : Chignon J-C, Jan F. La réadaptation ambulatoire à l'effort en pathologie cardio-vasculaire, monographies de cardiologie. Masson 1998

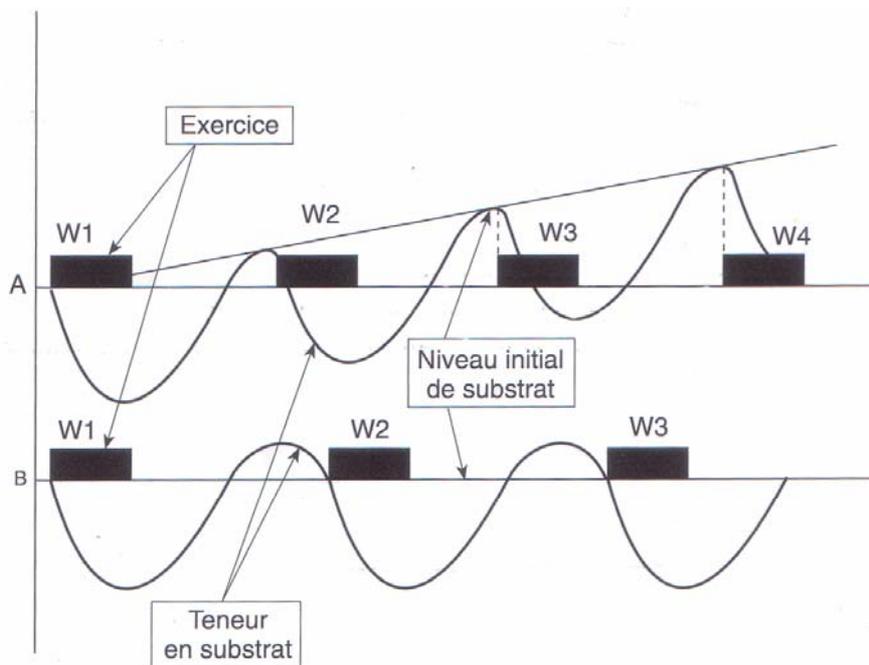


FIG. 2-2. – *Entraînement et surcompensation.*

En A : chaque séquence d'exercice W1 W2 W3 débute au voisinage du pic de surcompensation induit par l'exercice précédent. Il en résulte que le niveau initial du mécanisme physiologique (teneur en substrats) que l'on souhaite améliorer augmente régulièrement. C'est « l'effet d'entraînement ».

En B : chaque séquence d'exercice W1 W2 W3 débute après la fin de la surcompensation induite par l'exercice précédent. Le niveau initial de substrat reste identique. Il y a « entretien » mais pas « progrès ».

4122 - Comme les autres voies énergétiques la voie aérobie peut être développée sur deux versants complémentaires : en puissance et en capacité (Chignon [2])

Puissance aérobie

La puissance aérobie est sur un plan énergétique le débit d'énergie maximum mis à disposition par la voie aérobie dans l'unité de temps, c'est-à-dire la quantité d'ATP re synthétisée dans l'unité de temps. C'est la quantité maximale d'énergie que les processus aérobies peuvent débiter dans l'unité de temps.

Elle est proportionnelle à la quantité d'enzymes disponibles. Le travail de puissance aérobie augmente la teneur musculaire en enzymes de la glycolyse aérobie et renforce l'efficacité de ces enzymes.

L'épreuve de détermination de la VO₂ max. est une estimation de la puissance aérobie d'un patient.

Entraînement pour l'amélioration de la puissance aérobie :

L'intensité doit être aussi proche que possible de ce que l'on appelle l'intensité maximale qui correspond à la VO₂ max. (puissance voisine de 100% du maximum). Ceci répond au principe de surcharge qui est que pour améliorer une voie énergétique l'entraînement doit se faire au plus près de la sollicitation maximale de cette voie. Pour cela l'entraînement doit également se faire sur un mode fractionné c'est-à-dire que chaque série de travail alterne des périodes de travail et de repos (par exemple 2 min-2 min). En effet le travail fractionné entraîne une meilleure récupération donc l'organisme se « fatigue » moins et c'est seulement ainsi que des personnes porteuses de pathologies peuvent tolérer l'intensité nécessaire à l'amélioration de la voie aérobie.

Dans l'idéal les périodes de repos (récupération) doivent être actives avec une intensité modérée. Ceci entraîne une meilleure élimination de l'acide lactique issu du métabolisme anaérobie pour les exercices de charge élevée, améliorant ainsi également la récupération.

Capacité aérobie

La capacité aérobie est sur un plan énergétique la quantité totale de molécules d'ATP qui peuvent être synthétisées par la voie aérobie sans tenir compte du temps nécessaire à cette synthèse, c'est donc l'énergie disponible par voie aérobie [2]. C'est le temps maximum pendant lequel le sujet peut soutenir une intensité proche de la VO₂ max. [3]. C'est la durée pendant laquelle les processus aérobies peuvent débiter de l'énergie à un pourcentage déterminée de sa puissance [2]. Cette durée est d'autant plus courte que ce pourcentage est élevé.

Elle est liée à la quantité de substrats donneurs d'énergie et aux facteurs limitant à la longue le fonctionnement des systèmes enzymatiques. C'est le développement de la qualité liée à la mobilisation des substrats énergétiques nécessaires et au transport de l'oxygène.

Il n'existe pas en réalité d'épreuve permettant d'évaluer la capacité aérobie (Chignon : épreuve proposée par Sadoul).

Entraînement pour l'amélioration de la capacité aérobie :

L'exercice doit être de durée longue, continu, et d'intensité sous-maximale (pourcentage de la VO₂ max.). C'est l'entraînement en endurance. Si l'intensité n'était pas sous-maximale l'exercice ne pourrait être tenu. Plus l'intensité choisie est forte plus la durée se raccourcit. L'intensité optimale est celle, qui étant la plus proche possible du seuil anaérobie lactique, permet un exercice de la durée souhaitée avec des paramètres physiologiques stables sans sollicitation anaérobie lactique appréciable.

A noter que l'entraînement en endurance améliore la capacité aérobie mais que cela nécessite un renforcement de la puissance aérobie (Chignon [2]).

Document extrait de : Chignon J-C, Jan F. La réadaptation ambulatoire à l'effort en pathologie cardio-vasculaire, monographies de cardiologie. Masson 1998

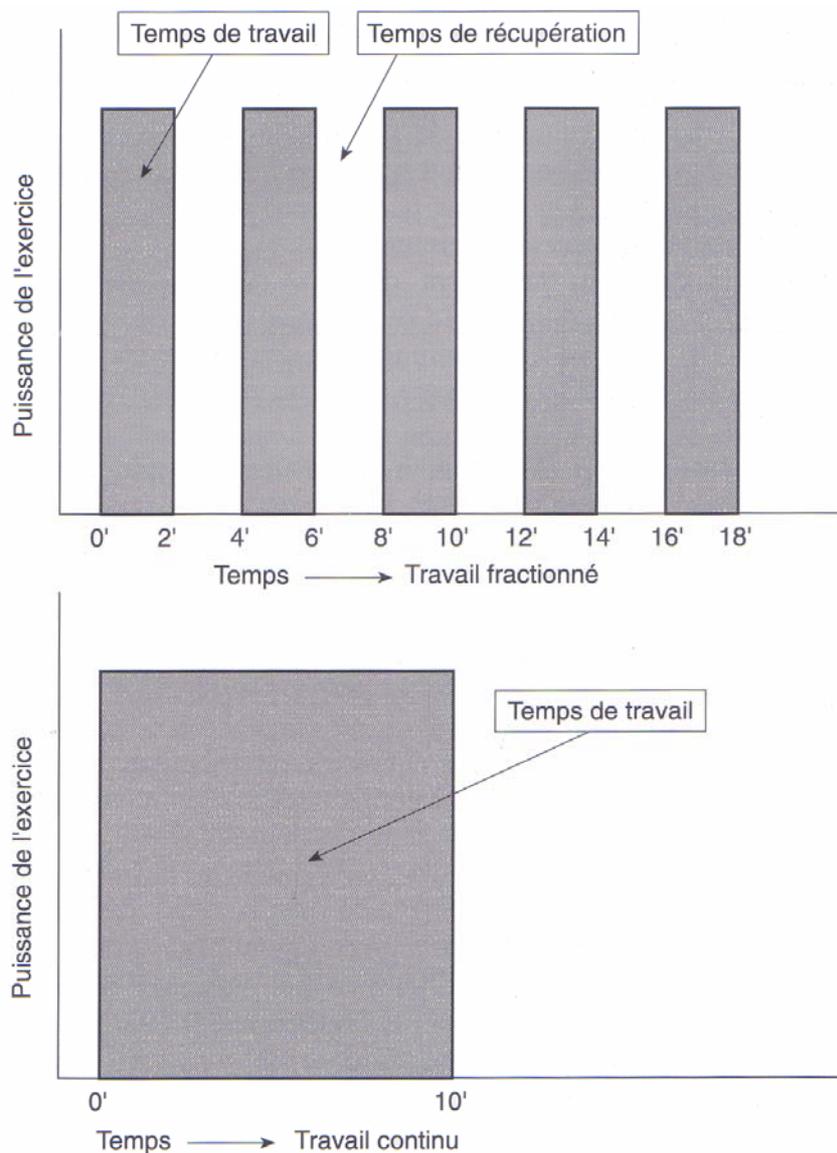


FIG. 3-2. – *Travail continu et travail fractionné.* Ces deux entraînements sont équivalents en travail exprimé en grandeurs physiques. Cependant physiologiquement, le premier (travail fractionné) génère une fatigue moindre que le second (travail continu). De ce fait, le cardiologue réadaptateur peut pour la même sensation de fatigue dans les deux cas augmenter la charge du travail en entraînement fractionné, ce qu'il ne pouvait pas se permettre en travail continu. Il y a gain d'efficacité. Il faut prévoir cependant un allongement de la durée totale de la séance.

4123 - L'entraînement n'a d'effet que sur les groupes musculaires qui s'entraînent et seulement sur ceux-là.

42 – EFFETS PHYSIOLOGIQUES DU RE ENTRAÎNEMENT EN AÉROBIE

Au total le ré entraînement à l'exercice physique améliore le rendement énergétique de l'organisme en augmentant les performances aérobies. De cette façon le claudicant améliore ses capacités de marche (amélioration du périmètre de marche) et le cardiaque diminue l'effort demandé au cœur (travail cardiaque) pour une intensité d'exercice donnée.

Les modifications physiologiques en cause se situent à plusieurs niveaux mais les études ont montré que l'essentiel des améliorations obtenues est dû aux modifications métaboliques musculaires constatées (modifications périphériques).

En même temps le ré entraînement à l'effort améliore la qualité du travail cardiorespiratoire et donc son économie énergétique.

Par ailleurs il entraîne une meilleure économie de la gestion énergétique de la marche par l'apprentissage.

Il existe chez les artériopathes des anomalies du métabolisme oxydatif au niveau des tissus musculaires périphériques concernés par l'ischémie. Mais il existe également chez ces patients ce que l'on appelle un syndrome de désadaptation à l'effort dû à l'inactivité physique engendrée par la douleur. La désadaptation à l'effort, retrouvée dans de nombreuses pathologies, entraîne des modifications tant périphériques métaboliques que centrales cardio-circulatoires.

Chez les personnes souffrant de pathologies cardiaques on retrouve les anomalies du métabolisme oxydatif des muscles périphériques ainsi que le syndrome de désadaptation à l'effort. Ce dernier est dû soit à l'alitement prolongé secondaire à un événement aigu, soit à la diminution de l'activité physique chez les insuffisants cardiaques.

La réadaptation par ses actions lutte contre ces deux phénomènes.

Parallèlement il a une action importante démontrée sur une grande partie des facteurs de risques cardiovasculaires, contribuant ainsi à prévenir le risque évolutif cardiovasculaire.

421 – EFFETS MÉTABOLIQUES MUSCULAIRES

L'exercice physique entraîne chez le sujet normal une stimulation du métabolisme oxydatif de la cellule musculaire avec [2] :

- augmentation de la teneur en myoglobine de la fibre musculaire : ceci contribue à une meilleure disponibilité de l'oxygène
- augmentation du nombre et de la taille des mitochondries
- augmentation de la concentration et de l'activité des enzymes liées au cycle de Krebs et à la chaîne respiratoire
- augmentation de la quantité de glycogène musculaire
- augmentation de la teneur musculaire en triglycérides
- augmentation de l'activité enzymatique oxydative des lipides
- augmentation des réserves d' ATP
- augmentation de l'activité enzymatique sur la créatine-phosphate
- augmentation du nombre de fibres musculaires ST (fibres lentes) riches en mitochondries et en enzymes oxydatives.

Ces modifications sont retrouvées mais de façon inconstante et non corrélées au degré d'activité physique chez le patient porteur d'AOMI [1, chap13]. En revanche les études retrouvent des améliorations du métabolisme aérobie dans les cellules musculaires chez les artériopathes ré entraînés :

- amélioration des étapes du métabolisme intermédiaire aérobie [6]
- moindre déplétion en phosphocréatine et recours plus tardif au métabolisme anaérobie associé à un raccourcissement du temps de re synthèse de la phosphocréatine à l'arrêt de l'effort [6]
- modifications du métabolisme de l'acylcarnitine qui est perturbé chez les artériopathes. Ces modifications sont corrélées au niveau d'activité physique [1]

Toutes ces modifications ont pour conséquence une optimisation du métabolisme aérobie. Le muscle devient capable pour un même apport d'oxygène, donc un même débit circulatoire, d'augmenter ses capacités à extraire l'oxygène du sang circulant (augmentation de la différence artério-veineuse en O₂). Le seuil anaérobie est plus élevé. La VO₂ max. augmente (dû aux modifications métaboliques et aux modifications cardiovasculaires). La puissance aérobie maximale augmente.

Il a été montré que tant chez le cardiaque que chez le sujet désadapté ce sont ces modifications périphériques qui sont essentiellement responsables des bénéfices physiologiques et cliniques de la réadaptation.

422 – MODIFICATIONS MICROCIRCULATOIRES

Il semble qu'il y ait une amélioration de la vasomotricité réflexe avec redistribution des débits au bénéfice des territoires musculaires actifs [6].

423 – MODIFICATIONS HEMORRHEOLOGIQUES

Diminution de la viscosité sanguine et plasmatique, diminution de l'agrégabilité des globules rouges et de la réactivité des leucocytes ([1], [6]).

424 – MODIFICATIONS CIRCULATOIRES

Aucune étude n'a pu mettre en évidence de modifications hémodynamiques et l'index de pression systolique n'est pas modifié par la rééducation. En revanche, il apparaît une augmentation de la pression à travers la sténose corrélée à l'augmentation de la distance de marche et un effet de vasodilatation sous dépendance de l'endothélium [6].

425 – MODIFICATIONS SYSTEMIQUES CARDIOVASCULAIRES ET RESPIRATOIRES

4251 - Modifications cardiovasculaires [2]

- augmentation du volume d'éjection systolique (Ves) de repos et d'effort par légère augmentation de la taille de la cavité ventriculaire mais surtout par augmentation de la contractilité myocardique.
- diminution de la fréquence cardiaque de repos et lors d'un exercice sous-maximal. Stabilité ou légère diminution de la fréquence cardiaque maximale lors d'un exercice maximal. Ceci entraîne une difficulté voire une impossibilité d'atteindre lors d'une épreuve

d'effort maximale la fréquence cardiaque maximale théorique (FMT) chez un sujet très entraîné.

- débit cardiaque chez le sujet entraîné : il est légèrement moins important lors des efforts sous-maximaux ; il est plus important lors d'un effort maximal par augmentation du Ves sans augmentation de la FC.
- augmentation de la taille des coronaires non prouvée chez l'homme
- la répartition des débits régionaux est modifiée. Lors de l'exercice sous-maximal le débit sanguin par kilogramme de muscle actif est diminué (augmentation de l'extraction d'O₂ au niveau musculaire). Donc davantage de débit est disponible pour les autres organes (peau, thermolyse).
- par ailleurs le ré entraînement à l'effort diminuerait le risque de survenue de troubles du rythme inhérent à beaucoup de pathologies cardiaques ([3] p74)

4252 - Modifications respiratoires

- augmentation de la ventilation minute maximale par augmentation des volumes respiratoires et de la fréquence respiratoire.
- augmentation de l'efficacité de la ventilation : pour le même travail mécanique ventilatoire fourni la consommation en O₂ des muscles respiratoires est plus faible. Lors d'un effort prolongé davantage d'O₂ est donc mis à disposition du reste de l'organisme.
- augmentation de la capacité de diffusion gazeuse de l'O₂ et du CO₂.

426 – FACTEURS BIOMECANIQUES

Une activité de marche à vitesse déterminée résulte de schémas biomécaniques différents suivant la morphologie, la cadence de marche et la nature des muscles mis en jeu.

Ainsi il a été montré qu'il existait pour un individu donné une vitesse spontanément adoptée appelée vitesse confortable de marche correspondant à la marche avec dépense énergétique minimale (Corcoran, [1, chap. 13]).

Au cours de l'artériopathie, les schémas biomécaniques sont perturbés. Les contractions parasites destinées à compenser la boiterie, la surcharge de travail de certains territoires, la douleur de la claudication entraînent une augmentation de la consommation d'O₂. La reprise d'une activité programmée de l'activité de marche, par le ré apprentissage qu'elle suscite, entraîne une amélioration de la coordination musculaire et de la mobilité articulaire, facteurs d'une marche plus économe avec diminution de la consommation d'oxygène.

427 – CORRECTION DU SYNDROME DE DESADAPTATION A L'EFFORT

428 – EFFETS DU RE ENTRAINEMENT AEROBIE SUR LES FACTEURS DE RISQUE CARDIOVASCULAIRES

Ils sont importants.

- amélioration du profil tensionnel.
- amélioration du profil lipidique avec diminution du LDL cholestérol et augmentation du HDL cholestérol.
- amélioration du profil glucidique, aide à l'équilibrage du diabète.
- aide au contrôle du surpoids fréquent chez ces malades.

429 – EFFETS PSYCHOLOGIQUES DU REENTRAINEMENT

L'effet psychosocial de la rééducation ne doit pas être négligé, l'amélioration de la capacité fonctionnelle étant à l'origine d'une diminution des phénomènes d'anxiété, avec un meilleur contrôle de l'émotivité, une meilleure disposition quant au contrôle futur des facteurs de risque chez le sujet réentraîné.

42 10 – CONCLUSION

Les bénéfices cliniques escomptés sont donc pour le cardiaque l'amélioration du travail cardiaque, la diminution du risque de survenue de troubles du rythme, la diminution de la désadaptation à l'effort donc l'amélioration fonctionnelle, et la diminution des facteurs de risque.

Chez l'artériopathe, le bénéfice clinique essentiel démontré est l'amélioration des capacités fonctionnelles du patient par l'augmentation du périmètre de marche.

Néanmoins on peut espérer qu'en augmentant les capacités physiques du patient on diminue les facteurs de risque et comme le dit Gardner [24 p 570] on améliore le risque coronarien, le bas niveau d'activité physique quotidienne étant un facteur de risque indépendant d'augmentation de l'incidence et de la mortalité de la maladie coronaire. Il est d'ailleurs recommandé par l'HAS pour tous les patients porteurs d'AOMI qui le peuvent un exercice physique quotidien de 30 minutes dans le cadre de la prévention cardiovasculaire.

Par ailleurs, bien que rien n'ait été prouvé, on peut se poser la question de l'amélioration du pronostic local du membre inférieur atteint : en effet, en diminuant l'ischémie relative, retarde-t-on le risque d'amputation ?

43 – ETABLISSEMENT D'UN PROGRAMME DE RE ENTRAÎNEMENT, EVALUATION DE L'APTITUDE A L'EFFORT

On voit dans tout ce qui précède que dans tout programme de ré entraînement à l'effort il va falloir déterminer les paramètres de fréquence, de durée et d'intensité du travail physique afin d'atteindre les objectifs d'amélioration de la voie énergétique aérobie et d'amélioration des paramètres cardiorespiratoires. L'ensemble de ces objectifs permet les bénéfices cliniques escomptés.

Avant tout ré entraînement il va donc être utile d'évaluer le patient à l'effort. Les épreuves d'effort vont avoir pour but :

- de déterminer l'importance de l'atteinte des capacités du sujet à l'effort avec une analyse qui est à la fois lésionnelle et fonctionnelle
- par là même d'en suivre l'évolution
- de déterminer les paramètres de ré entraînement

431 – READAPTATION EN CARDIOLOGIE (Chignon)

Dans la rééducation cardiaque les objectifs, les effets du réentraînement et les moyens pour parvenir aux objectifs sont bien établis.

OBJECTIFS

Les effets bénéfiques attendus sont l'amélioration de la voie aérobie (+++), les effets centraux cardiorespiratoires et la réduction des facteurs de risque. Il y a également une action sur la récupération du myocarde hiberné en post-infarctus.

MOYENS

La réadaptation physique proprement dite est basée (en phase II) sur le véritable réentraînement à l'effort associant des séances en puissance aérobie et des séances en capacité aérobies (travail en endurance).

Le cardiologue ré adaptateur va utiliser des entraînements continus et fractionnés. Les durées de travail et de récupération, la fréquence des entraînements et le rythme d'évolution dans le temps se basent en général sur des programmes déjà établis et rodés.

En ce qui concerne l'intensité il découle de ce qui a été rappelé précédemment qu'elle est individuelle et qu'elle doit être choisie pour être maximale dans l'entraînement de puissance et sous-maximale dans l'entraînement de capacité. Il est important de noter d'une part que ces intensités « cibles » ne sont parfois pas atteintes d'emblée et d'autre part que l'état énergétique du patient évoluant avec l'entraînement il va falloir adapter régulièrement l'intensité pour qu'elle reste à un niveau suffisant. D'où là encore l'utilité d'évaluations au cours de la phase de ré entraînement.

Pour établir un programme de ré entraînement en cardiologie il faut donc disposer d'outils permettant d'évaluer l'état énergétique du patient afin de quantifier son statut énergétique, de déterminer l'intensité à laquelle on va le faire travailler et de suivre l'évolution au cours de la réadaptation (faire évoluer les paramètres avec l'évolution du patient).

EVALUATION DE L'APTITUDE A L'EFFORT EN CARDIOLOGIE , EPREUVE D'EFFORT

De quels outils disposent les cardiologues ?

*** EPREUVE D'EFFORT EN READAPTATION CARDIAQUE**

• protocoles

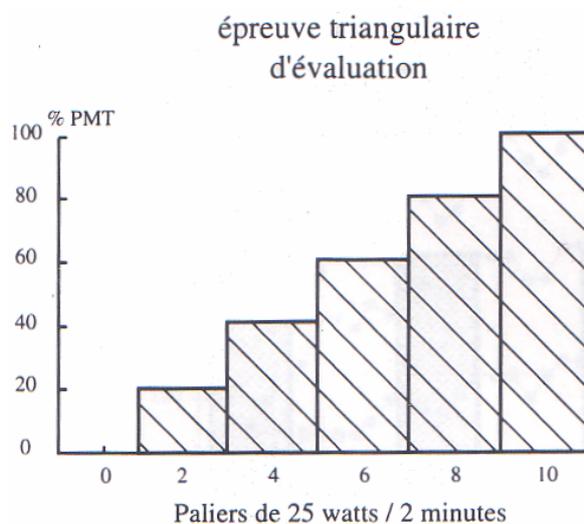
En rééducation l'épreuve est réalisée sous traitement (non démaquillée).

L'épreuve se déroule sur ergomètres (travail quantifiable) : cycloergomètre en France, tapis roulant dans les pays anglo-saxons.

Après échauffement réalisation de paliers successifs de charge croissante (épreuve triangulaire). Le but est d'atteindre les possibilités maximales du patient.

La surveillance est poursuivie pendant la phase de récupération durant quelques minutes (retour à la fréquence cardiaque pré-test).

**Document extrait de : Hérisson Ch, Préfaut C, Kotzki N. Le réentraînement à l' effort.
Problèmes en médecine d e rééducation. Masson 1995**



SVE 80 W
PMT 133 W
SVE 115 W
PMT 192 W

• **critères d'arrêt**

- atteinte de la fréquence cardiaque maximale théorique (FMT = 220 – âge). Ceci est rare en pratique et l'épreuve est généralement arrêtée pour les raisons suivantes.
- signes cliniques : fatigue générale, fatigue musculaire, dyspnée, angor, vasoconstriction périphérique (pâleur, moiteur)
- troubles tensionnels sévères
- troubles du rythme ou de la conduction
- signes ischémiques sévères

Les signes traduisant un non contrôle de la pathologie sous traitement entraînent la remise en question de la rééducation et la réévaluation thérapeutique. Si ils surviennent en cours de rééducation ils permettent de dépister un tournant évolutif péjoratif.

• **Paramètres mesurés permettant l'établissement des paramètres de ré entraînement**

Le but est de déterminer l'intensité de travail optimale. En théorie elle correspond à un pourcentage de la puissance atteinte en même temps que la VO₂ max. (50 à 85 % de la VO₂ max., soit en terme de FC, 65 à 90 % de la FC atteinte pour un effort isodynamique ([2] p 148)).

Pour certains le travail en endurance serait optimum en travaillant à l'intensité correspondant au seuil aérobie qui est lui-même un pourcentage non constant (selon les sujets, l'entraînement) de la puissance maximale aérobie ([2] p 94)

> Mesure directe de la VO2

Il faut disposer d'un matériel de mesure des gaz expirés.

La véritable VO2 max. est rarement atteinte lors des tests d'effort chez des personnes porteuses de pathologies cardiovasculaires. Les réadaptateurs peuvent alors utiliser la puissance maximale aérobie développée correspondant au pic de VO2 « limité par les symptômes » (VO2 max. SL) atteint pendant l'effort.

Ou bien, pour les pneumologues (EE en pneumologie [3]p 25), la valeur normale de la VO2 max. peut être approchée par la formule de Jones : $VO2 \text{ max.} = 0,046 (\text{Taille}) - 0,021 (\text{Age}) - 0,62$ (0 pour les hommes et 1 pour les femmes). Cette équation surestime la valeur normale chez les hommes maigres et les femmes. La puissance maximale aérobie est la valeur de puissance correspondant à la VO2 max.

Si l'on dispose d'une valeur fiable de la VO2 max. on va alors par exemple travailler à 70 % de la puissance maximale aérobie correspondant à la VO2 max.

> Mesure indirecte de la VO2 : utilisation de la fréquence cardiaque

La fréquence cardiaque (FC) permet une appréciation indirecte de la VO2. On utilise la relation quasi-linéaire qui existe entre VO2 et FC.

On définit comme fréquence cardiaque maximale la valeur de FC correspondant au moment où la VO2 max. est atteinte lors de l'épreuve d'effort. Si la VO2 max. n'est pas atteinte on peut déterminer la FC maximale sur le test d'effort limité par les symptômes. Sinon on utilise la formule de calcul suivante : fréquence cardiaque maximale théorique FMT = 220 – âge.

On travaille ensuite en fonction de la FC comme évaluation du niveau aérobie. L'intensité d'entraînement est alors celle permettant d'atteindre une FC cible déterminée par rapport à la FC maximale selon l'une des méthodes de calcul suivantes.

Soit la FC cible est un pourcentage de la FC maximale (méthode de la FC maximale). Ainsi on va travailler par exemple de façon à ce que la FC cible pendant l'effort soit à 70 % de la FC maximale.

Soit $FC \text{ cible} = FC \text{ de repos} + \% (FC \text{ max.} - FC \text{ de repos})$ (méthode de la FC de réserve, Karvonen).

Cette méthode présente de nombreuses limites : médicaments bradycardisants, difficulté d'atteindre la VO2 max. lors du test d'effort, relation VO2/FC pas toujours linéaire pour les valeurs extrêmes, grandes variations interindividuelles de l'adaptation cardio-circulatoires (donc de la FC) à l'effort, détermination de la FMT approximative.

Néanmoins la FC reste un paramètre utilisable de deux façons. Tout d'abord à palier d'effort égal elle représente un repère clinique aisément mesurable dans la surveillance du réentraînement d'une séance à l'autre. Ensuite la survenue d'une « dérive » (montée

progressive) de la FC lors de l'exercice est à surveiller car elle signifie que le travail n'est plus en aérobie stricte. Ainsi les FC de début et de fin de paliers doivent être voisines.

> Paramètres contemporains de la mise en route de la source énergétique aérobie

Utilisation du seuil anaérobie ventilatoire

Comme il est très proche du seuil anaérobie lactique, il peut permettre de le situer en routine.

Il correspond au moment où l'équivalent respiratoire de l'oxygène (VE/VO₂) n'augmente plus linéairement tandis que l'équivalent respiratoire du gaz carbonique (VE/VCO₂) reste stable.

Si l'on dispose d'un matériel d'analyse des gaz expirés on peut ainsi déterminer sur le test d'effort le seuil anaérobie qui va permettre de déterminer les intensités de ré entraînement. C'est ce que propose Casillas ([2] p 93). Ceci est rarement réalisable en pratique.

Cliniquement Chignon situe l'apparition du seuil anaérobie au moment où le patient passe d'une respiration nasale à une respiration mixte naso-buccale. Il utilise cet élément clinique simple pour surveiller le passage en anaérobie et ainsi ajuste les paramètres de ré entraînement.

Méthode de l'acide lactique

Elle consiste en la détermination du seuil anaérobie par des dosages répétés de l'acide lactique dans le sang. Elle n'est pas applicable en routine pour l'instant.

Au total l'ensemble de ces éléments combinés donnés par l'épreuve d'effort permettent de déterminer les intensités et les durées de ré entraînement, le principe de base étant que l'on travaille à un pourcentage choisi de la puissance maximale aérobie.

On voit que l'épreuve d'effort en réadaptation cardiaque permet l'ajustement des paramètres des séances et le suivi évolutif des patients. On voit également que les paramètres mesurés sont contemporains de l'exercice physique.

* TEST DES 6 MINUTES DE MARCHE

Sur un parcours balisé en terrain plat, il est demandé au patient de couvrir le maximum de distance en six minutes. Le protocole doit être strictement défini pour être reproductible et permettre les comparaisons. La procédure suivante peut être proposée : le sujet est accompagné pendant le test, la deuxième, la quatrième et la sixième minutes (arrêt) lui étant annoncées et les évènements cliniques (causes d'arrêt) notés. Des encouragements verbaux sont prodigués toutes les trente secondes par l'accompagnateur.

Le paramètre mesuré est le périmètre de marche.

Il informe sur les capacités fonctionnelles d'adaptation à l'effort. Il est corrélé avec les capacités aérobies. En réadaptation c'est surtout un marqueur de l'efficacité de la réadaptation de l'insuffisant cardiaque.

CONCLUSION

On peut récapituler la conduite des cardiologues réadaptateurs comme suit.

Pour avoir un effet bénéfique physiologique sur leurs patients porteurs de pathologies cardiaques et d'une désadaptation à l'effort il s'agit essentiellement de travailler à l'amélioration du potentiel métabolique aérobie de leurs patients. Pour obtenir cela ils doivent les faire travailler soit à une puissance juste en dessous de leur seuil anaérobie (travail de puissance), soit à une puissance à 50-70 % de ce seuil (travail de capacité).

Ils disposent grâce à leur test d'effort d'un ou plusieurs paramètres de mesure objectifs, à savoir la VO₂ max., la FC et éventuellement le taux de lactates, qui leur permettent d'avoir une idée objective et individualisée de l'intensité de l'effort correspondant aux limites du travail aérobie du patient.

Ceci va leur donner une première idée de l'intensité de l'effort à laquelle ils vont faire travailler le patient.

Ils vont ensuite adapter le programme, en observant le patient, en fonction d'un certain nombre de marqueurs cliniques du seuil anaérobie : respiration nasale, survenue d'une dérive de la FC.

Ils vont évidemment également adapter le programme à la réaction cardiaque du patient : la surveillance ECG indispensable chez ces patients permet de surveiller la tolérance cardiaque à l'effort. Ainsi des signes d'ischémie peuvent apparaître aux niveaux d'effort demandés et vont selon les cas soit être tolérés par le réadaptateur, soit nécessiter un réajustement des intensités de travail à des niveaux plus bas, ceci primant bien sûr sur le reste.

432 – READAPTATION DANS L’AOMI

4321 - Objectif

L’objectif de la rééducation dans l’AOMI au stade d’hypoxie d’effort est essentiellement d’améliorer le périmètre de marche car il est le garant du statut fonctionnel du patient.

4322 - Sous quelles conditions doit se faire la rééducation des artériopathes au stade d’hypoxie d’effort ?

Certains éléments sont acquis et démontrés. D’autres sont moins bien déterminés.

L’ensemble des études sur le ré entraînement physique des artériopathes notamment au stade d’hypoxie d’effort ont montré que :

- celui-ci apporte de grandes améliorations du périmètre de marche
- le ré entraînement à la marche est celui qui apporte les plus importantes améliorations (méta-analyse de Gardner [15], méta-analyse des recommandations 2006 de l’HAS [46], Kitamura montre l’efficacité plus importante de la rééducation sur tapis roulant plutôt que sur bicyclette ergométrique [1, chap. 13], Krause ainsi que Hiatt et Regensteiner retrouvent une supériorité de la marche par rapport aux méthodes de rééducation analytiques [1, chap. 13])
- pour être efficace il ne faut pas moins de trois séances d’une heure par semaine (principes de la surcharge et de la surcompensation) ; dans l’idéal ceci pendant au moins trois mois ([15], [1], [46])
- les bénéfices disparaissent rapidement si l’activité physique n’est pas entretenue.

On rappelle que seuls les muscles sollicités par l’entraînement sont concernés par les améliorations physiologiques, il semble donc indispensable dans l’AOMI d’effectuer des exercices avec les membres inférieurs.

Tous les auteurs français s’accordent dans leurs démonstrations théoriques à considérer que le travail physique doit se faire en aérobie. Ceci se justifie d’une part par les mêmes raisons évoquées plus tôt, d’autre part parce que l’on travaille sur des tissus souffrant déjà d’une anaérobie trop rapidement mise en route à l’effort. En effet dans l’artériopathie au stade d’hypoxie d’effort les muscles concernés se mettent plus vite en anaérobie que les autres. C’est là une importante différence avec les pathologies cardiaques pures.

Comme le dit Chignon pour améliorer le périmètre de marche il faut améliorer les conditions énergétiques au niveau des membres inférieurs [2 p 44]. En toute logique et en théorie il faudrait donc travailler la voie aérobie au niveau des membres inférieurs et se baser sur le seuil anaérobie local pour déterminer les bonnes intensités de travail.

4323 - Comment évaluer l’aérobie au niveau des membres inférieurs ?

Les cardiologues se basent pour doser les efforts sur l’évaluation de la VO₂ max. ou du seuil anaérobie respiratoire. Chez l’artériopathe le fait que le seuil anaérobie local soit différent et plus bas a plusieurs conséquences :

- la VO₂ max. ne peut être valablement déterminée dans une épreuve d'effort utilisant les membres inférieurs puisque l'arrêt est imposé par l'apparition de la douleur ischémique locale.
- l'AOMI protège de l'ischémie cardiaque d'effort par l'apparition plus précoce de la douleur ischémique des membres inférieurs. L'élément limitant n'est pas la fonction cardiaque mais le débit régional.
- la VO₂ max. peut être valablement déterminée par une épreuve d'effort avec les membres supérieurs sur cycloergomètre à bras réalisée selon des conditions précises (Casillas). Mais elle ne reflète finalement pas l'anaérobie au niveau des membres inférieurs (Chignon).
- les dosages de lactates sont un reflet imparfait du seuil anaérobie local et ne sont pas utilisables car ils analysent l'état d'anaérobie de l'organisme dans sa totalité.

5 – CONCLUSION

A partir de là quels programmes de rééducation des artériopathes au stade d'ischémie d'effort utilisent les différentes équipes ? Quelles épreuves utilisent-elles pour évaluer, suivre et ré entraîner les artériopathes ? C'est ce que nous exposerons dans la revue de la littérature qui suit.

DEUXIEME PARTIE :
REVUE DE LA LITTERATURE

1 – LARSEN O., LASSEN A. [19]

Historiquement, c'est l'une des premières études qui fasse référence. Elle a été publiée en 1966. Elle cherchait à évaluer l'efficacité de la marche dans l'amélioration de l'artériopathie chez des patients claudicants. Larsen et Lassen y étudie 7 patients traités par exercice physique et les compare à 7 patients témoins traités par placebo.

• PROTOCOLE DE REENTRAINEMENT A LA MARCHE

L'exercice physique est effectué en terrain libre, en ambulatoire.

Les patients marchent jusqu'à la survenue de la douleur de claudication et continuent aussi longtemps qu'ils peuvent supporter la douleur. Puis ils se reposent jusqu'à disparition de celle-ci et reprennent la marche (exercice intermittent). Ceci pendant une heure, tous les jours, en plus de leur activité habituelle. Les patients sont équipés d'un podomètre mesurant le nombre de pas réalisés dans l'heure. Le programme dure 6 mois.

• EVALUATION

L'évaluation consiste en 2 tests préliminaires séparés d'une semaine puis d'un test mensuel. A chaque fois les patients subissent une mesure du flux sanguin musculaire tibial antérieur par mesure de la clairance au xenon-133 avec mesure du temps de retour au flux normal après ischémie et un test sur tapis roulant.

La procédure du test sur tapis roulant est la suivante : la vitesse est de 4, 6 km/h avec une pente de 0, 8 ou 16 cm/m choisie de façon à ce que la douleur de claudication apparaisse dans les 2-3 minutes ; sont mesurées la distance de marche jusqu'au début de la douleur (correspond à ce qui est communément appelé périmètre de gêne ou distance initiale de claudication) et la distance de marche jusqu'à ce que l'intensité de la douleur force à l'arrêt (distance maximale de marche ou périmètre de marche ou périmètre de crampe ou distance totale de claudication).

L'étude montrait chez les patients traités une absence de modification significative du flux sanguin musculaire mais une amélioration significative sur tapis roulant de la durée de marche sans douleur et de la distance maximale de marche.

2 – FRANCO A., BOUCHET J-Y [12, 14]

Dans ces deux références, Franco et son équipe décrivent les techniques de ré entraînement physique des artériopathes stade II qu'ils utilisent.

• PRINCIPES

Ils insistent bien sur le fait que les exercices sont réalisés en endurance, entrecoupés de temps de repos donc intermittents et qu'ils doivent être d'intensité et de durée suffisante sans

provoquer de travail en ischémie. Ainsi tous les exercices doivent se faire sans aller jusqu'à la douleur, car pour eux d'une part les réflexes nociceptifs augmentent la vasoconstriction et d'autre part le fait d'aller jusqu'à la douleur n'a pas donné de meilleurs résultats. Ils évoquent la mesure de la TcPO2 distale pour surveiller la survenue de l'ischémie sans plus de détail.

• RE ENTRAINEMENT A LA MARCHE

* EVALUATION

Un test de marche sur tapis roulant est réalisé une fois par semaine. Il permet de déterminer les paramètres des séances. Il se déroule à 6 km/h à plat ou à 3 km/h avec 10% de pente. Sont déterminés : les pressions distales et l'ISPC, au repos et à l'effort, le périmètre de gêne, de crampe et le temps de récupération.

* PROTOCOLE DE RE ENTRAINEMENT

Cela peut être une marche en terrain libre. Le patient marche une heure par jour sur un trajet de son choix avec enregistrement du nombre de pas par heure par un podomètre. Le programme correspond à celui de Larsen et Lassen sauf que le patient doit respecter la claudication, s'arrêter lorsque la douleur apparaît et repartir lorsqu'elle a disparu. Le patient apprend à rentabiliser ses possibilités en ralentissant son rythme de marche et en s'arrêtant avant la douleur afin de diminuer les temps de repos.

Ceci peut être un entraînement sur tapis roulant.

La marche s'effectue à 3 km/h avec 10% de pente.

La séance se déroule sur une heure quotidienne pendant laquelle alternent des séquences de marche et des séquences de repos.

En 1989 dans les dossiers de kinésithérapie ils décrivent des efforts de marche sous-maximaux à 75% du TMM (Temps Maximal de Marche, c'est-à-dire distance maximale de marche exprimée en minutes) et des temps de repos en décubitus jusqu'à récupération de 75% de la PAR (Pression Artérielle de Repos).

• KINESITHERAPIE ANALYTIQUE

Pour Franco et ses collaborateurs, néanmoins, c'est la kinésithérapie analytique avec des exercices sous et sus-lésionnels qui est la plus importante. Nous ne la détaillerons pas dans cette thèse dans la mesure où les études ont depuis montré qu'elle est moins efficace que le réentraînement à la marche si celui-ci est réalisable.

En revanche nous préciserons comment ils déterminent les paramètres d'intensité et de durée des exercices sous-lésionnels.

Ils considèrent que l'intensité idéale se situe à 70% des capacités maximales du sujet.

Ils effectuent donc un test une fois par semaine pour déterminer ces capacités maximales : le patient effectue l'exercice faisant travailler le segment de membre correspondant à son niveau d'oblitération artérielle au rythme de 28 mouvements par minute et s'arrête lorsqu'il ressent la douleur ischémique ; le nombre de mouvements effectués est appelé nombre de base (NB).

Lors d'une séance le patient effectue d'abord un échauffement. Il effectue 2 séries du mouvement type. Chaque série consiste en la répétition du mouvement un nombre de fois égal à 50% du nombre de base (NB/2). Le temps de repos entre 2 séries est de 3 minutes.

Puis lors de la séance proprement dite le patient effectue 3 séries du mouvement type avec un nombre de mouvement égal à chaque série à 70% du nombre de base (7NB/10). Les temps de repos sont de 3 minutes entre chaque série.

Les patients ne doivent ressentir aucune sensation de gêne ou de douleur au cours des exercices. Si ce n'est pas le cas la série est interrompue et lors des séances suivantes les temps de repos sont augmentés à 4-5 minutes jusqu'à ce que le patient puisse réaliser 3 séries de façon indolore.

La séance est réalisée 2 fois par jour.

• SUIVI

La progression est suivie grâce au périmètre de marche et aux exercices-tests hebdomadaires.

Les séances s'effectuent 3 à 5 fois par semaine pendant 2 mois puis 1 à 2 fois par semaine en entretien. Le traitement est ambulatoire.

• MESURES ASSOCIEES

A noter que le patient passe à chaque fois une journée au centre au cours de laquelle sont associées à ces exercices des séances de balnéothérapie chaude (début de journée), des exercices de gymnastique générale, des exercices de ré entraînement aérobie à l'effort sur cycloergomètre à bras par un travail à 50-70% de la VO2 max., des activités à orientation sportives et de la kinésithérapie respiratoire. Cette conception se base sur les principes établis par SCHOOP.

3 – CASILLAS J-M, BECKER F, DIDIER J-P ([3], [11], [13], [14])

• PRINCIPES

Casillas et son équipe précisent toujours avant tout que le ré entraînement doit être individualisé et que les paramètres de ré entraînement doivent être déterminés pour chaque malade, insistant sur l'évaluation personnalisée et objective des patients.

Ensuite, pour eux également, le ré entraînement physique doit se faire en aérobie, dans des conditions d'endurance stricte. Pour cela la première règle est de ne pas aller jusqu'à la crampe, qui est une sensation subjective donc peu fiable, qui est désagréable, qui est synonyme d'anaérobie et dont les stimuli nociceptifs génèrent une vasoconstriction non souhaitable. Casillas précise d'ailleurs que c'est l'école scandinave qui a développé la notion que les exercices devaient se faire jusqu'à apparition d'une hypoxie tissulaire (censée entraîner une meilleure adaptation métabolique) donc jusqu'à installation de la douleur mais que cette conception est contestable pour les raisons précédemment évoquées.

Le ré entraînement à l'exercice est l'axe essentiel de la réadaptation. Casillas insiste sur le fait qu'il doit recruter un maximum de territoires musculaires afin d'atteindre son efficacité optimale.

• EVALUATION

L'évaluation des capacités du patient se fait à partir d'un test de marche et d'un test d'effort réalisé avec les membres supérieurs.

Les patients effectuent un test de marche sur terrain plat, à vitesse confortable de marche (vitesse spontanément adoptée par le patient). Il permet l'évaluation de l'adaptation générale à l'activité de marche. Sont notés la vitesse de marche, le périmètre de gène, le périmètre de marche, les signes cliniques associés et l'adaptation tensionnelle.

Ils préconisent pour l'évaluation de l'adaptation à l'effort et des capacités maximales aérobies du patient la réalisation d'un test d'effort maximal avec les membres supérieurs sur cycloergomètre à membres supérieurs. Les tests d'effort réalisés avec les membres inférieurs sont en effet interrompus prématurément donc sous-maximaux chez les artériopathes du fait de l'ischémie locale plus précoce. En utilisant les membre supérieurs eux obtiennent ainsi une détermination fiable de la VO2 max. SL du patient. Pour eux ce test a l'autre avantage de permettre une évaluation de l'état cardiaque du patient

La fiabilité de ce test est conditionnée par certaines règles. Il est nécessaire qu'il y ait une phase d'habituation préalable au cycloergomètre à membres supérieurs à faible charge pendant quelques jours. Le test est de type triangulaire discontinu. La montée en charge est progressive par paliers de 20 à 30 watts toutes les 2 à 3 min. Entre chaque palier est réalisée une pause de 30 sec permettant l'enregistrement de la tension artérielle et de l'ECG de manière optimale. Ces phases d'arrêt ne gênent pas la progression de l'effort et permettent même d'atteindre de meilleurs niveaux. Le test est poursuivi jusqu'à la survenue de symptômes en essayant d'approcher le plus possible de la FMT comme lors des tests d'effort classiques. La mesure des échanges gazeux couplée à ce test permet la mesure du pic de VO2 et le détermination du seuil d'anaérobie.

La puissance maximale permise avec les membres supérieurs est inférieure de moitié à celle développée avec les membres inférieurs et la VO2 maximale avec les membres supérieurs se situe entre 60 et 80 % de celle développée avec les membres inférieurs (moindre importance des volumes musculaires mis en jeu).

• CONTENU DE LA READAPTATION

La réadaptation associe ensuite différents types d'exercices.

* Tout d'abord des EXERCICES GLOBAUX dont la marche.

La marche à plat sur terrain libre permet une mise en jeu plus physiologique des masses musculaires que la marche sur tapis roulant et est aisée à mettre en œuvre. Le démarrage de la marche se fait à une allure lente pour arriver progressivement à la vitesse délibérément choisie par le patient. L'attaque au sol doit se faire avec le talon et le déroulé du pied doit permettre la mise en action du maximum de muscles.

Le sujet doit être détendu et il faut veiller à l'exécution de mouvements respiratoires amples et profonds.

Le patient s'arrête dès l'apparition de la douleur et repart dès que celle-ci a disparu. Le patient doit marcher une heure par jour. Le but est l'amélioration du périmètre de marche à vitesse libre. Quand le périmètre de marche augmente est débutée la marche en terrain accidenté.

Les patients travaillent par ailleurs sur différents ergomètres. Il s'agit de travailler les performances aérobies en endurance entrecoupée de temps de repos (travail intermittent). Casillas et son équipe associent des exercices sur tapis roulant, sur bicyclette ergométrique et sur cycloergomètre à bras. Le ré entraînement se fait ensuite à 60 – 70 % de la puissance développée lors du test d'effort maximal. De façon à obtenir la correspondance de valeurs pour les exercices effectués avec les membres inférieurs, la puissance de travail avec les membres supérieurs est multipliée par 2 pour obtenir la charge efficace de travail correspondante avec les membres inférieurs. La douleur est respectée. Pour surveiller l'absence d'anaérobie Casillas préconise d'ailleurs la mesure de la TcPO2 avant, pendant et après l'exercice.

Pour cette équipe le ré entraînement à l'effort des membres supérieurs permet non seulement d'améliorer les performances aérobies globalement mais également d'inclure dans le programme de rééducation des artériopathes une stimulation de la pompe cardiaque. En effet la survenue de la crampe ischémique limite la réalisation d'effort des membres inférieurs dans une gamme de puissance très inférieure à celle d'efforts sous-maximaux, d'où l'idée de recourir à un ré entraînement utilisant un effort submaximal des membres supérieurs, dont l'efficacité sur le plan cardiaque (effets périphériques et centraux) a été démontrée. Ceci conduit alors à une gestion énergétique plus économique du fonctionnement cardiaque.

* SONT ASSOCIES A CELA :

de la kinésithérapie analytique, de la gymnastique douce, des activités à orientation sportives, de la kinésithérapie respiratoire et un information du patient.

• SUIVI EN COURS DE REEDUCATION

Il se fait par le périmètre de marche, la réalisation de tests d'effort permettant de suivre l'évolution de la V02 max. et d'adapter l'entraînement, la mesure de l'ISPC au repos et après effort (Strandness) qui, bien qu'il ne soit pas modifié par la rééducation, permet de dépister un tournant évolutif péjoratif en cours de rééducation, et la mesure de la TcPO2.

4 – CHIGNON [2]

Pour chignon, il s'agit également d'axer le ré entraînement sur la filière aérobie uniquement.

Il faut prendre en compte le fait que la récupération après un exercice est très lente chez l'artériopathe.

Pour lui le ré entraînement doit se limiter aux membres inférieurs pour plusieurs raisons.

Tout d'abord, la désadaptation étant plus accentuée au niveau des muscles des membres inférieurs qu'au niveau des autres muscles périphériques et qu'au niveau cardiaque, il considère qu'il faut d'abord retrouver un niveau d'effort suffisant et un potentiel énergétique

aérobie suffisant aux membres inférieurs, c'est-à-dire corriger le déficit local, avant de travailler à un niveau d'exercice à effet d'entraînement cardiaque. Ceci d'autant plus que chez l'artériopathe la déambulation étant limitée elle entraîne un syndrome de désadaptation à l'effort et que le handicap présenté par le patient est en premier lieu fonctionnel lié à la capacité de marche et à la désadaptation à l'effort.

D'autre part le ré entraînement cardiaque avec les membres supérieurs nécessite une surveillance plus rapprochée notamment ECG, donc une prise en charge plus lourde. Hors les progrès de l'artériopathe sont toujours lents et s'accommodent bien d'une prise en charge ambulatoire. Il sera donc toujours temps après d'axer le ré entraînement sur l'aspect cardiaque.

Par ailleurs pour lui le travail de la filière aérobie ne doit pas se limiter à un travail de capacité, c'est-à-dire en endurance, mais doit également comporter un travail de puissance.

En effet à la réduction du débit local par la maladie, qui limite la capacité aérobie, s'ajoute une désadaptation par inaction qui se traduit par un dés équipement enzymatique, donc une diminution de la puissance aérobie des muscles concernés. Et l'on rappelle que pour Chignon l'amélioration de la capacité aérobie ne peut se faire sans amélioration de la puissance aérobie.

La puissance aérobie sera travaillée en entraînement fractionné. L'intensité sera celle maximale tolérable, c'est-à-dire affleurant sans l'atteindre toutefois, le seuil douloureux. La durée de l'exercice sera court de l'ordre de 1 min à 1 min30 sans dépasser cette dernière valeur. La durée de récupération sera longue entre les exercices (en principe double de celle du temps d'exercice). Le nombre de répétitions sera variable de 6 à 12 selon la tolérance. La fréquence des entraînement sera de 3 à 4 par semaine ou quotidien en diminuant le nombre de répétitions par séance (principe de la fragmentation à visée anti-fatigue des exercices de façon à éviter cette dernière tout en disposant hebdomadairement d'un volume de travail suffisant, c'est-à-dire en respectant le principe de surcharge). L'adaptation aux progrès du patient se fera essentiellement sur le paramètre intensité de l'effort.

Le travail de capacité aérobie sera de type continu à une intensité sous-maximale. Il propose la pratique de la marche sur terrain libre ou sur tapis roulant ou l'ergocycle. L'intensité, c'est-à-dire la vitesse, sera réglée pour rester en dessous du seuil douloureux.

Pour l'artériopathe les séances de puissance et de capacité pourront être proposées simultanément dès le début.

5 – CHOMARD [6 , 7]

• EVALUATION POUR DETERMINATION DES PARAMETRES DE RE ENTRAINEMENT

Chomard insiste sur le fait que le patient doit être évalué sur un plan fonctionnel avant rééducation, d'une part sur ses capacités de marche et d'adaptation à la marche et d'autre part sur son adaptation à l'effort.

En ce qui concerne l'évaluation de la marche l'interrogatoire permet tout d'abord de déterminer un périmètre de marche estimé intéressant comme indicateur de mode de vie du patient mais non fiable pour l'analyse de ses capacités de marche.

Un test de marche à plat en terrain balisé évalue la vitesse confortable de marche (VCM) ainsi que sa distance fonctionnelle réelle. La VCM ainsi déterminée peut servir de base aux tests sur tapis roulant.

Néanmoins Chomard rappelle que seuls le test des 6 minutes et les tests sur tapis roulant permettent une mesure reproductible du périmètre de marche. Les protocoles habituels de test de marche sur tapis roulant sont réalisés à vitesse imposée standard autour de 3 km/h. Chomard préconise plutôt la réalisation de tests à charge constante avec adaptation de la vitesse et de la pente en fonction des capacités de marche du patient et de son poids. Ceci permet pour lui une meilleure évaluation fonctionnelle.

L'adaptation à l'effort doit être évaluée par un test d'effort réalisé sur cycloergomètre à bras.

• **MODALITES DU RE ENTRAÎNEMENT**

Ensuite Chomard détaille peu les modalités de ré entraînement.

Pour lui il consiste en un travail aérobie.

Il comporte des exercices de renforcement musculaire segmentaire permettant de lutter contre la fonte musculaire liée à la sous-utilisation des segments jambiers par absence de déroulement du pas, de la kinésithérapie analytique (protocoles de Franco), un ré entraînement à la marche d'une part et un ré entraînement à l'effort d'autre part.

A la phase active de la prise en charge (programme initial avec prise en charge en centre de rééducation en général en ambulatoire) le ré entraînement à la marche est réalisé sur tapis roulant. Il faut tenir compte des capacités musculaires, vasculaires et cardiaques du patient. On fait varier la vitesse et la pente en respectant le seuil douloureux.

Par la suite le patient pratiquera la marche en terrain libre. Elle comporte une phase d'échauffement puis se fait en travail fractionné. Il faut privilégier la durée de marche sur la distance, avec alternance de période de marche et de temps de repos.

Chomard a proposé également dans ses écrits de déterminer le périmètre de marche hors hypoxie par le test d'ODF et de l'utiliser pour déterminer les paramètres de ré entraînement.

Par ailleurs le patient pratiquera une réadaptation à l'effort sur cycloergomètre à bras en fonction des données du test d'effort. Chomard parle de travail à 70% de la FMT. Il rejoint là la conception de Casillas.

• **SUIVI DU PATIENT EN REEDUCATION VASCULAIRE**

Pour Chomard deux explorations vont permettre l'évaluation initiale et le suivi du patient rééduqué : l'index de pression systolique et la TcPO2.

L'index de pression systolique est selon lui un bon indicateur de progression hémodynamique et doit faire partie du suivi bien qu'il ne soit pas un bon élément de surveillance des effets de la réadaptation (ceci est également l'avis de Casillas).

En revanche le test d'oxymétrie dynamique à charge constante est pour Chomard, Grard et Desmyttere un bon moyen de suivi des patients, en évaluant de façon objective, reproductible et quantifiée le retentissement des lésions macro et microcirculatoires et les modifications avec la rééducation.

• MESURES ASSOCIEES

Dans la prise en charge rééducative s'associent également de la kinésithérapie respiratoire, une éducation du patient avec notamment une aide au sevrage tabagique cadrée et une approche comportementale.

• CHOMARD SOULEVE BIEN DEUX PROBLEMES :

- d'une part dans l'ischémie d'effort, le problème du seuil douloureux avec des variations liées à la pathologie (diabète) ou à l'âge, est un élément qu'il faut intégrer aux explorations de quantification de l'ischémie pour déterminer les niveaux des programmes de marche.
- d'autre part le fait que de nombreux programmes de réadaptation physique sont proposés et qu'il paraît nécessaire de mettre en place des études complémentaires de validation basées sur une évaluation objective tenant compte des critères physique et vasculaire des patients.

6 – GARDNER AW, REGENSTEINER JG, HIATT WR ET COLLABORATEURS [15, 23, 24, 25, 26]

L'équipe américaine de Gardner publie et réalise énormément d'études sur la rééducation des artériopathes. Nous exposerons ici leur protocole de ré entraînement tel qu'il est présenté dans les plus récentes études.

• EVALUATION

Un test de marche sur tapis roulant réalisé au début et à la fin du programme de ré entraînement sert pour l'évaluation fonctionnelle et le suivi du patient et c'est lui qui permet également de déterminer les paramètres du programme de ré entraînement.

Il s'agit d'un test progressif par paliers comme un test d'effort cardiologique (épreuve triangulaire).

Le patient marche à une vitesse de 2 miles per hour (mph). La pente est initialement de 0% puis est augmentée de 2% toutes les 2 minutes. Le test se poursuit jusqu'à la douleur maximale de claudication.

Une échelle de la douleur de claudication est utilisée pendant le test pour aider le patient à identifier la progression de la claudication jusqu'à la douleur maximale. La douleur est ainsi cotée de 1 à 5 (ou de 0 à 4) : 1 = no pain, 2 = onset of pain, 3 = mild pain, 4 = moderate, intense pain, 5 = severe, maximal pain.

Sont notés la distance de marche jusqu'au début de la douleur (= périmètre de gêne = temps de marche sans douleur = pain-free walking distance) et la distance de marche jusqu'à la douleur maximale (= distance maximale de marche = temps maximal de marche = périmètre de crampe = maximal walking distance).

Le patient peut éventuellement utiliser la barre du tapis roulant mais ne doit pas l'agripper, ceci diminuant la fiabilité du test comme cela a été montré.

Gardner et son équipe ont montré dans leurs études qu'un test de marche avec développement d'un effort progressif est plus précis, plus sensible et plus reproductible qu'un test de marche à puissance constante pour l'évaluation des distances de claudication et des performances à l'exercice.

La consommation d'oxygène et le pic de VO₂ peuvent être mesurés au cours de l'épreuve, fournissant un marqueur physiologique objectif supplémentaire.

Par ailleurs l'ABI est mesuré après 10-15 minutes de repos et après le test sur tapis roulant ainsi que la fenêtre ischémique (cf. supra). Cet examen ne constitue pas une évaluation fonctionnelle. Il ne permet pas non plus de déterminer les paramètres de ré entraînement. Il sert au suivi du patient. On rappelle que l'ABI n'est pas modifié par la rééducation mais que la fenêtre ischémique l'est.

Test sous-maximal sur tapis roulant pour détermination du périmètre de marche dans des conditions s'approchant plus de celles de la vie quotidienne. Il permet le suivi évolutif.

Un test des 6 minutes, évalué par Gardner chez les artériopathes, peut également être réalisé pour évaluation et suivi du patient (cf. supra). Il est plus simple que le test d'effort sur tapis roulant

Par ailleurs l'équipe de Gardner accorde une grande importance à l'évaluation fonctionnelle du patient dans sa vie quotidienne par des questionnaires élaborés et validés. Ils en existe plusieurs, complémentaires, évaluant la quantité d'activité physique réalisée dans la vie quotidienne ou le retentissement psychologique ou social des symptômes et de la maladie. Ceux-ci ne servent pas pour l'élaboration des programmes de ré entraînement mais pour en juger l'efficacité et pour le suivi du patient.

• PROCOLES DE RE ENTRAINEMENT

Gardner et ses collaborateurs ont publié en 97 dans le JAMA une méta-analyse qui fait référence. Elle reprenait des études évaluant des protocoles de rééducation dans lesquelles les patients étaient évalués par un test de marche sur tapis roulant avant et après rééducation (critère d'inclusion). L'analyse montrait que l'amélioration de la distance de marche est plus importante et donc la rééducation plus efficace dans les conditions suivantes :

- au moins 3 sessions de travail par semaine versus moins de 3 sessions
- au moins 30 minutes de travail par session vs moins de 30 minutes
- marche seule versus marche associée à d'autres exercices
- programme poursuivi au moins 6 mois vs programme inférieur à 6 mois
- exercice intermittent allant jusqu'à la douleur proche du maximum (near maximal claudication pain) (donc durée d'exercice longue) vs exercice intermittent allant jusqu'au début de la claudication (donc durée d'exercice courte).

Prenant en compte ces données, leurs programmes de rééducation se font sur 3 séances par semaine pendant 3 à 6 mois, sont intermittents (travail fractionné) et utilisent la marche sur tapis roulant jusqu'à une douleur de claudication proche de la douleur maximale.

La séance dure environ 1 heure en tout.

Chaque séance débute par une phase d'échauffement de 5 minutes permettant l'augmentation progressive du rythme cardiaque et l'assouplissement. Elle se doit de recruter un grand nombre de muscles comprenant ceux utilisés dans la marche. Elle se déroule par exemple sur cycloergomètre.

L'entraînement proprement dit se déroule ensuite sur tapis roulant. La vitesse est d'environ 2 miles per hour. L'intensité de travail de départ se situe entre 50 et 80% de l'intensité maximale atteinte lors du test de départ. Le patient marche jusqu'à ce qu'il ressente une douleur de niveau 4 sur l'échelle de la douleur (near maximal pain). Puis il s'arrête et se repose assis jusqu'à ce que la douleur disparaisse. Il reprend alors la marche. L'alternance de marche et de repos se poursuit ainsi. Dans la période initiale du programme l'objectif est ainsi que le patient passe en tout 10 à 15 minutes en tout sur le tapis roulant à chaque session, en dehors des périodes d'échauffement et de retour au calme.

Dès que le patient est capable de marcher d'une traite pendant au moins 8-10 minutes sans ressentir de douleur de claudication modérée (niveau 4), l'intensité est augmentée. L'intensité est liée à la vitesse et à la pente. Si le patient peut déjà marcher à la vitesse de 2 mph c'est la pente qui est augmentée en premier. Si la vitesse initiale de marche du patient est inférieure à 2 mph, c'est la vitesse qui est augmentée en premier. L'un des objectifs du programme est d'amener le patient à la vitesse normale de 3 mph.

La durée totale de marche sur tapis roulant par session en dehors des phases d'échauffement et de retour au calme est augmentée de 5 minutes régulièrement, par exemple tous les mois sur un programme de 6 mois. L'objectif est que le patient atteigne une durée totale de marche de 40 minutes.

La session se termine par une phase de retour au repos, par exemple sur cycloergomètre, permettant le retour progressif à la fréquence cardiaque de repos.

• SUIVI

A la fin du programme de rééducation le patient est de nouveau évalué par un test de marche sur tapis roulant, mesure de l'ABI, test sous-maximal sur tapis roulant, test des 6 minutes et questionnaires, permettant de juger de son évolution.

TROISIEME PARTIE :
TOURMALINE

1 - PREAMBULE

Après avoir passé en revue l'ensemble des travaux réalisés sur la rééducation des artériopathes et les protocoles de rééducation des équipes les plus importantes on peut faire plusieurs remarques.

•

Tout d'abord la douleur comme critère essentiel d'évaluation physiologique du patient est contestable. En effet il s'agit d'une sensation donc d'un paramètre qui reste subjectif, ce même en utilisant une échelle de la douleur pour sensibiliser l'examen. Ensuite le seuil algogénique est très variable d'un patient à l'autre. De plus les médecins utilisant l'oxymétrie transcutanée, notamment Chomard dans ses études, ont remarqué qu'il existe très souvent un retard de l'apparition de la douleur par rapport à l'apparition de l'hypoxie tissulaire mise en évidence par l'oxymétrie, ceci probablement par adaptation du seuil algogénique chez les artériopathes [14 p113]. Et enfin la grande partie des artériopathes que constituent les patients diabétiques ne ressentent pas ou de façon perturbée la douleur du fait de la neuropathie fréquemment associée, ce dont les praticiens de la Tourmaline ont de nombreux exemples.

•

Ensuite si l'on reprend les principes très clairement énoncés et mis en pratique par Chignon pour le développement de la voie métabolique aérobie on sait qu'il faut travailler soit à la limite de l'anaérobie sur des durées courtes (travail de puissance) soit à une intensité entre 50 et 70% de l'intensité amenant une anaérobie au niveau des membres inférieurs sur des durées plus longues (endurance, travail de capacité). Et pour les Français il ne semble pas souhaitable que l'effort se prolonge jusqu'à l'hypoxie mais doit s'arrêter avant. Or si l'on examine les critères d'intensité et de durée choisis par les différentes équipes on retrouve les cas suivants :

- pour Franco et ses collaborateurs l'intensité est constante quel que soit le patient et la durée de la période d'effort est réglée à 75% du temps maximal de marche correspondant au périmètre de crampe ;
- pour Casillas et Chomard l'intensité est réglée à 60 - 70% de la VO₂ max SL déterminée aux membres supérieurs, en multipliant les valeurs par 2 pour les membres inférieurs ; la durée est fonction de la douleur ; la douleur est respectée ;
- pour Gardner et ses collaborateurs la pente et la vitesse du tapis roulant, c'est-à-dire l'intensité, sont réglées pour être à 50-80% de l'intensité maximale atteinte lors du test d'effort de marche maximal de type triangulaire, lui-même étant évalué sur la douleur ; la durée est fonction de la douleur et l'on va jusqu'à une douleur intense (near-maximal pain).

•

Enfin si l'on reprend l'approche de Casillas et Chomard cela nécessite que tout patient artériopathe bénéficie d'un test d'effort avec les membres supérieurs sur cycloergomètre, ce qui n'est pas la pratique de tous les centres hospitaliers. Cette conception est par ailleurs contestée par Chignon pour des raisons déjà énoncées.

Tout ceci soulève de nombreuses questions. A partir de quelle mesure doit-on déterminer l'intensité et la durée de travail des artériopathes ? Quelle pourrait-être l'épreuve idéale permettant d'évaluer de façon objective la voie métabolique aérobie aux membres inférieurs et la réaction à l'effort ?

Toutes ces considérations, des échecs survenus lors de prises en charge rééducatives plus classiques (réglées sur la douleur), ainsi que les travaux de Gard, Desmyttere et Chomard ont amené les praticiens de la Tourmaline à une approche personnalisée de la rééducation des artériopathes.

Il s'agit d'utiliser l'oxymétrie transcutanée comme marqueur objectif de l'hypoxie tissulaire au niveau des membres inférieurs lors de l'effort.

Néanmoins ceci amène de nouvelles contraintes dans le test d'effort servant à déterminer les paramètres du programme de ré entraînement car contrairement à la VO₂ max. les informations données par la TcPO₂ sont différées.

2 - PROTOCOLE DE PRISE EN CHARGE A LA TOURMALINE

Les patients sont adressés par des praticiens vasculaires, chirurgiens ou médecins.

Ils ont bénéficiés des différents examens cliniques et para cliniques nécessaires au diagnostic, à l'évaluation lésionnelle topographique et à la stadification selon le degré d'ischémie de l'artériopathie.

Ils ont parfois subi une intervention chirurgicale et ont été de nouveau bilantés à la suite de celle-ci.

Ils sont adressés au rééducateur vasculaire de la Tourmaline pour détermination de la stratégie thérapeutique : rééducation ou prise en charge médicochirurgicale. L'oxymétrie dynamique est alors l'examen de référence.

Les patients au stade d'hypoxie d'effort pour lesquels l'indication de rééducation a été posée intègrent le programme de rééducation de la Tourmaline.

21 – EVALUATION PRE REENTRAINEMENT

Les patients effectuent une évaluation fonctionnelle avant de commencer le programme de ré entraînement.

211 – HABITUATION PREALABLE

Ils passent tout d'abord sur les différents ergomètres à des niveaux d'intensité faible.

Ceci leur permet de se familiariser avec, de leur montrer la façon de les utiliser. On accorde une importance particulière au tapis roulant sur lequel se déroulera le test. Sur celui-ci il a été expérimenté et montré par plusieurs équipes que l'attitude idéale pour les tests comme pour le ré entraînement consiste à ne pas agripper la barre de soutien. Cela demande souvent une vigilance du patient et du kinésithérapeute. A la Tourmaline on applique la règle suivante : si le patient utilise habituellement une canne il a droit à un appui main à plat sur la barre.

Ceci permet également de prendre contact avec eux et d'observer leur comportement à l'exercice.

212 – VITESSE CONFORTABLE DE MARCHE

Dans le même temps on détermine leur vitesse confortable de marche sur tapis roulant, à plat et en pente. C'est la vitesse qu'ils adoptent spontanément et qui leur permet de marcher le plus longtemps avec une fatigue moindre et avec la plus grande aisance, à plat et en pente, sur tapis roulant. La barre du tapis roulant ne doit là encore pas être agrippée.

213 – EXAMEN NEUROLOGIQUE ET ORTHOPEDIQUE

Une attention particulière est également portée à l'examen neurologique et orthopédique du patient. Les articulations des chevilles sont importantes car leur déficience induit une boiterie donc un surcoût énergétique lors de la marche et un mauvais retour veineux responsable de stase, elle-même majorant l'hypoxie tissulaire et faisant obstacle à la circulation artérielle.

214 – TEST D'OXYMETRIE DYNAMIQUE FONCTIONNELLE

Les patients accomplissent ensuite un test d'oxymétrie dynamique fonctionnelle élaboré par les kinésithérapeutes, et le Dr Eveno, médecin rééducateur, comme suit. Il est directement inspiré des travaux de Chomard faisant la part des tests d'ODCC et d'ODF, les objectifs n'étant pas identiques à ceux que Chomard avait défini pour son propre test fonctionnel.

2141 – Méthodologie

-

Il se déroule sur tapis roulant après habitude préalable.

La vitesse est la vitesse confortable de marche.

La barre du tapis ne doit pas être agrippée.

La puissance est ciblée à 50 W. Cette puissance a été choisie par expérience par les praticiens de la toumaline. En effet à cette intensité la grande majorité des artériopathies « parle ». Et c'est statistiquement la puissance la plus haute à laquelle commence un ré entraînement adapté. C'est-à-dire que si l'on prend un échantillon hétérogène d'artériopathes, qu'on les bilante fonctionnellement avec un test d'oxymétrie dynamique et que l'on détermine ainsi la puissance de ré entraînement optimale de départ, les patients ayant les plus grandes capacités auront en moyenne une puissance de ré entraînement de 50 W.

S'inspirant des travaux de Grard, Desmyttere et Chomard, Serge Le Lamer et le Dr Eveno prennent en compte le poids dans le calcul de l'intensité de travail demandée au patient.

La pente du tapis roulant pour le test est ainsi déterminée en fonction de la VCM et du poids du patient pour obtenir une puissance de 50 W selon la formule expérimentée par Grard et Desmyttere :

$$\text{Pente en \%} = \text{Puissance en Watts} / (0,02725 * \text{Vitesse en km/h} * \text{Poids en kg}).$$

Il faut préciser que cette formule avait été évaluée comme juste surtout pour des puissances autour de 50 W.

-

La TcPO₂ est enregistrée au niveau d'une électrode de référence située sur le précordium, au niveau de la cuisse (face antérieure, 10 cm au-dessus du bord supérieur de la rotule), du mollet (face antéro-externe, 10 cm au-dessous de la tête du péroné) et du pied (1^{er} espace inter métatarsien).

L'appareil d'enregistrement est désormais depuis 2006 un RADIOMETER TINA TCM 4. Celui-ci peut être connecté à un ordinateur sur lequel les résultats sortent alors directement. A la Toumaline le kinésithérapeute renseigne un fichier Excel avec les valeurs de TcPO₂.

Les valeurs de TcPO₂ sont mesurées toutes les minutes.

Les ROT au niveau de la cuisse, du mollet et du pied sont calculés automatiquement par le programme Excel pour chaque valeur de TcPO₂.

Les résultats sortent sous forme de courbe des TcPO₂ et des ROT en fonction du temps.

-

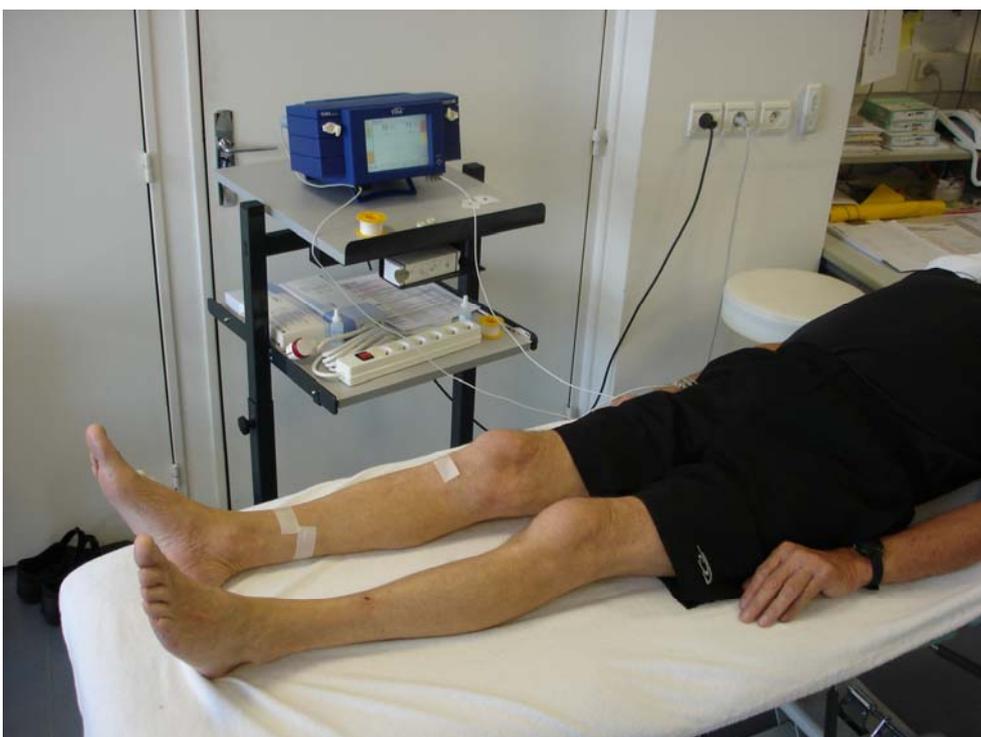
L'enregistrement est d'abord effectué au repos allongé pendant 15 à 20 minutes.

Puis le sujet passe en position debout.

Puis l'exercice commence, à VCM et à la pente prédéterminée. Le sujet marche pendant 5 minutes.

Puis le sujet se repose allongé jusqu'au retour des valeurs de TcPO₂ à la normale, ce qui n'est parfois le cas qu'après un temps extrêmement long auquel cas l'enregistrement est stoppé au bout de 20 minutes de repos.

Déroulement d'un test d'oxymétrie dynamique



2141 - Résultats

Les résultats sortent donc sous forme de courbe des ROT aux trois niveaux (cuisse, mollet, pied).

Les paramètres mesurés sont ceux utilisés et validés par Grard, Desmyttere et Chomard.

Ils sont calculés pendant la période de repos post-effort :

- l'ICM (indice de chute maximale) au niveau de la cuisse, du mollet et du pied.
Nous rappelons qu'il correspond à : $(\text{ROT de primo-décubitus} - \text{valeur minimale de ROT}) * 100 / \text{ROT de primo-décubitus}$.
- le temps de demi-récupération ou temps de demi-hypoxie ou T50 en secondes, qui est le temps durant lequel les ROT restent inférieurs à 50 % de la valeur de primo-décubitus.
- la durée d'hypoxie sévère qui est le temps durant lequel les ROT sont inférieurs à 50 %
- la durée d'hypoxie critique qui est le temps durant lequel les ROT sont inférieurs à 20 %

La fréquence cardiaque est enregistrée par l'appareil tout au long de l'épreuve.

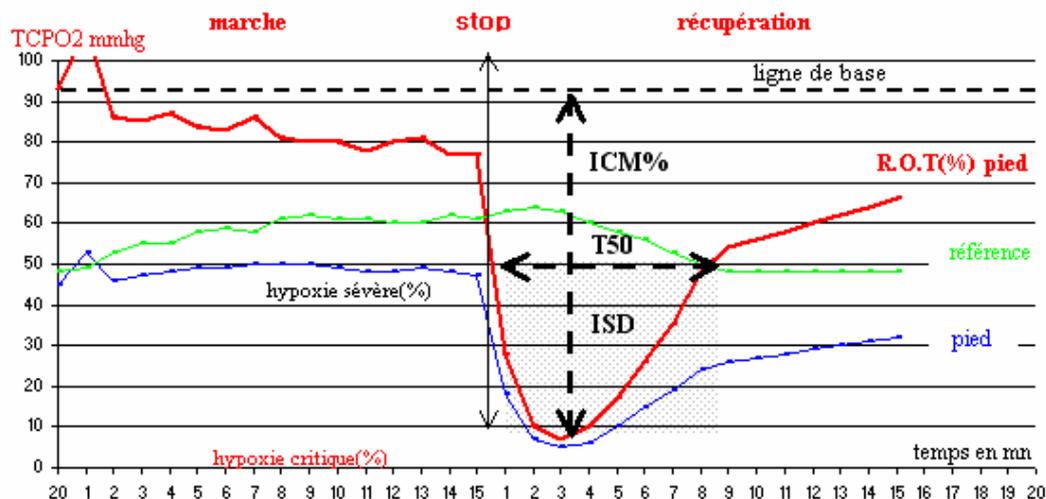
La tension artérielle est mesurée avant l'effort et à l'arrêt de celui-ci à l'aide d'un tensiomètre automatique.

Les symptômes ressentis par le patient à la fin de l'effort sur le plan cardio-respiratoire et vasculaire sont notés : douleurs des membres inférieurs, douleur thoracique, dyspnée et son stade selon la NYHA, lipothymie. En fonction de ces signes fonctionnels le test est étiqueté sous-maximal ou maximal.

On rappelle que l'intensité et la durée (donc la distance de marche) de l'effort modifient pour un patient donné les résultats du test d'oxymétrie dynamique.

Résultats d'un test d'oxymétrie dynamique

PRIMO DECUBITUS	EFFORT DE MARCHÉ 40 watts	PERIODE DE RECUPERATION
TcPO ₂ Réf. = 48 mmhg	VITESSE : 2,5 km/h	ICM = 92%
TcPO ₂ pied = 45 mmhg	PENTE : 8%	T 50 = 8 mn
ROT pied = 93 %	DISTANCE : 670 m	ISD = 2,5 / 5



le pourcentage de pente retenu pour la rééducation ne doit pas entraîner un ICM > à 50%

22 – PARAMETRES DE RE ENTRAINEMENT

221 - PUISSANCE (INTENSITE)

Chez l'artériopathe au stade d'hypoxie d'effort l'effort de marche en pente entraîne un ICM supérieur aux valeurs normales qui sont de 17 % au niveau du pied, 16 % au niveau de la jambe et 9 % au niveau de la cuisse.

A force de pratique, les praticiens de la Tourmaline ont constaté que le ré entraînement à une puissance de marche entraînant un ICM supérieur à 50 % amène peu de progrès (vraisemblablement par recours exagéré au métabolisme anaérobie ?). Les effets du ré entraînement sur les capacités de marche sont significatifs quand la puissance de l'effort de marche (et par conséquent la pente du tapis) entraîne un ICM compris entre 20 et 50 % (ce qui semble privilégier la filière aérobie ?).

D'où le postulat : l'effort de marche est acceptable pour 20 % < ICM < 50 %.

A l'issue du test d'oxymétrie dynamique on distingue ainsi 3 cas de figure.

1) Si l'ICM est compris entre 20 et 50 % :

Le ré entraînement physique sera débuté à la puissance du test initial. Ainsi lors de la marche en pente sur tapis roulant la vitesse et la pente seront les mêmes que lors du test.

Sur les différents ergomètres les paramètres seront choisis de façon à obtenir la même puissance de travail.

2) Si l'ICM est compris entre 50 et 90 % :

Il faut diminuer la puissance donc la pente du tapis pour obtenir un ICM compris entre 20 et 50 %.

Pour cela on note la pente du test et l'ICM correspondant et l'on calcule la pente optimale de la façon suivante :

$$\text{Pente Opt} = (\text{Pente Test} / \text{ICM}) * 20 .$$

On refait ainsi l'examen avec une pente égale à la pente optimale (en général comprise entre 1 et 5%). La vitesse est la vitesse confortable de marche ou bien est choisie une vitesse moindre si les capacités du patients sont très faibles.

Si l'ICM est ramené dans la zone requise, la puissance correspondante à cette pente optimale et à cette vitesse, que l'on peut appeler puissance optimale, sert de base au ré entraînement.

3) Si l'ICM est supérieur à 90 % :

Le patient travaillera sans pente lors du ré entraînement.

La vitesse sera la vitesse confortable de marche ou une vitesse moindre si les capacités du patient sont très faibles.

Le test initial d'oxymétrie fonctionnelle tourmalin permet ainsi de déterminer la puissance optimale de ré entraînement.

222 - DISTANCE DE RE ENTRAINEMENT (DUREE DE MARCHE)

•

Au début du programme de ré entraînement les patients vont bénéficier d'une évaluation de leur périmètre de marche à plat et en pente à la puissance optimale déterminée pour le ré entraînement.

Ces tests se déroulent sur tapis roulant après habitude préalable. Ils se déroulent lors d'une séance, les patients ayant réalisé un échauffement habituel au départ (cf. après). Le but est d'évaluer fonctionnellement les distances qui vont être optimales pour le ré entraînement.

A plat la vitesse est la vitesse confortable de marche à plat ou une vitesse moindre si l'état du patient est très altéré.

Le patient marche jusqu'à ses possibilités presque maximales (jusqu'à l'apparition d'un signe clinique justifiant l'arrêt de l'effort ; il n'est pas vraiment poussé au maximum car il est fréquent de constater que l'apparition d'une crampes violente peut handicaper le patient pendant plusieurs jours). Les critères d'arrêt sont donc la survenue d'une crampes des membres inférieurs, d'une dyspnée importante, d'une douleur thoracique, d'une fatigue anormale voire d'une lipothymie.

En pente la pente et la vitesse sont celles calculées précédemment correspondant à la puissance optimale. De même le patient marche jusqu'à ses possibilités quasi maximales et les critères d'arrêt sont identiques.

•

La distance de ré entraînement de départ est ensuite définie comme suit.

A plat elle sera de 75 % du périmètre de marche.

En pente on commencera par 75% de la distance parcourue lors du test de départ. Parfois moins, si les possibilités du patient sont très faibles (comme on le verra après certains patients ne peuvent fournir des puissances supérieures à 10 W sans faire chuter leur ICM au-delà de 50 %, ce qui traduit une fonction de base extrêmement altérée, et il s'agit donc là de personnes très différentes dans leurs possibilités de celles présentant par exemple un ICM entre 20 et 50 % pour une puissance de 60 W).

223 - TEMPS DE REPOS ENTRE CHAQUE SEQUENCE D'EXERCICE

Il sera guidé par le temps de demi-hypoxie. Il est important de préciser que le temps de repos fait partie de la rééducation car il est indispensable à son efficacité.

224 - AINSI LE TEST D'OXYMETRIE FONCTIONNELLE DE LA TOURMALINE PERMET :

- De déterminer une puissance et une durée d'exercice optimales de ré entraînement entraînant une hypoxie modérée et évitant une anaérobie délétère.
- De donner une idée du temps de récupération nécessaire entre chaque période de travail.
- De donner une idée de la distance de marche possible à cette puissance optimale sans amener d'hypoxie sévère.
- De plus il donne une évaluation objective et quantitative de l'état lésionnel et fonctionnel du patient et permet ainsi également un suivi. Il constitue en effet une sorte de photographie de l'état vasculaire du patient, qui parvient pour « telle intensité » pendant 5 minutes à un ICM de « tant ». D'autre part il semble que le réentraînement à l'exercice entraîne notamment des modifications des temps de récupération, comme le suggéraient les travaux de Gard et Desmyttere et de la même façon qu'il modifie la fenêtre ischémique du test utilisé par l'équipe de Gardner. Nous verrons bien ceci avec les cas cités en exemple.

23 – PROGRAMME DE RE ENTRAINEMENT

231 -

Les patients appartiennent d'un bout à l'autre du programme à un groupe de 5 personnes. Ceci est un nombre permettant au kinésithérapeute, qui supervise les séances seul, de pouvoir suivre correctement chaque patient, de dispenser en même temps que se déroule une séance l'éducation thérapeutique nécessaire comme nous le verrons après et de créer une émulation de groupe prenant part au bon fonctionnement de ces séances de ré éducation.

232 - ECHAUFFEMENT

La séance commence par un échauffement.

A la Tourmaline celui-ci se déroule en piscine d'eau chaude à 32°, le but étant d'obtenir une vasodilatation.

Il dure $\frac{3}{4}$ d'heure.

Les mouvements s'effectuent à un rythme très lent. Ils consistent en une marche en avant, en arrière et latérale, du pédalage et du rétropédalage, un palmage ample et lent et des circumductions des chevilles.

Remarque : la balnéothérapie chez les artériopathes est contestée par certains auteurs en raison de l'effet néfaste supposé du gradient de pression hydrostatique dans l'élément liquide. En effet la pression hydrostatique s'exerçant dans l'eau sur les membres inférieurs en position verticale est plus importante en distalité qu'à la partie proximale du membre ; créant sur le plan circulatoire un gradient de pression disto proximal centripète favorisant certes la circulation de retour mais théoriquement préjudiciable au versant artériel. C'est pourquoi lorsque les patients ressentent des fourmillements dans les extrémités ou un engourdissement des membres inférieurs on leur demande de se placer en position horizontale et on leur fait exécuter des mouvements genoux-chevilles.

233 - RE ENTRAINEMENT PROPREMENT DIT

Marche sur tapis roulant



2331 – Exercices réalisés

Les patients exécutent alternativement 4 types d'exercices, dans l'ordre qu'ils souhaitent (et en fonction des possibilités qu'offre la gestion du groupe) : tapis roulant à plat, tapis roulant

en pente, bicyclette ergométrique et elliptique. L'elliptique est un appareil permettant de travailler debout à la fois les membres inférieurs et les membres supérieurs. Certains patients très invalidés (quelle qu'en soit la raison) ne peuvent travailler dessus du fait de la nécessité de posséder un bon équilibre sur cet appareil et l'on utilise alors à la place le stepper mais avec une hauteur de marche très faible de 5 cm .

Le passage sur différents ergomètres présente plusieurs intérêts :

- Faire travailler les muscles des membres inférieurs dans différentes fonctions.
- Cela permet également de faire travailler un plus grand nombre de muscles ce qui est bénéfique pour l'amélioration des possibilités aérobies du patient globalement et donc joue un rôle de prise en charge de la désadaptation à l'effort. Le travail d'un plus grand nombre de muscles permet également d'être plus proche d'un ré entraînement à bénéfice cardiaque chez ces patients qui comme on le sait sont à risque élevé. Bien entendu il ne s'agit pas d'un ré entraînement à l'effort idéal pour la désadaptation à l'effort et le cœur puisque l'on travaille probablement trop en dessous de la VO₂ max, les artériopathes étant comme on l'a déjà vu limités par l'ischémie des membres inférieurs avant d'atteindre un effort permettant un travail d'amélioration de leurs possibilités aérobies globales et d'entraînement cardiaque. Néanmoins il pourrait être intéressant d'effectuer une étude avec réalisation parallèle d'un test d'effort avec les membres supérieurs et détermination de la VO₂ max afin de voir à quel niveau d'effort l'on se situe exactement par rapport à la VO₂ max.
- Cela permet d'éviter la monotonie pour les patients, ceci étant d'autant plus important que les artériopathes sont souvent des personnes chez lesquelles l'approche psychologique est extrêmement importante, nous en reparlerons.
- Par ailleurs chaque ergomètre possède un intérêt propre. Ainsi la bicyclette ergométrique est intéressante chez les patients présentant une atteinte proximale car elle fait travailler essentiellement les muscles des cuisses.

2332 - Puissance

La puissance de travail de départ est déterminée comme on l'a vu précédemment.

Sur tapis roulant elle est fonction du poids, de la pente et de la vitesse.

Sur bicyclette ergométrique le poids n'intervient pas. La puissance est fonction de la cadence de pédalage et de la résistance. Elle est contrôlée par la prise simultanée de la fréquence cardiaque et l'on cherche à se rapprocher des $\frac{3}{4}$ de la fréquence cardiaque maximale théorique (220 – l'âge).

Sur l'elliptique elle est fonction de la cadence des mouvements et de la résistance, sous surveillance de la FC également.

Sur ces deux ergomètres la surveillance des signes cliniques justifiant l'arrêt de l'effort est constante.

Sur tapis roulant la vitesse est éventuellement augmentée par paliers progressifs très petits lorsque le patient parvient à effectuer un kilomètre à la puissance donnée (on rappelle que la dépense énergétique est proportionnelle au carré de la vitesse : $DE = \frac{1}{2} mV^2$) (cf. infra)

2333 - Durée

La durée de l'effort est augmentée par paliers progressifs de façon à s'adapter aux progrès du patient.

Ainsi sur tapis roulant à plat et en pente la distance est progressivement augmentée à partir des distances de départ déterminées comme précédemment.

L'augmentation en vitesse se fait lorsque le patient peut marcher 1000 m d'affilée à la vitesse donnée.

Sur la bicyclette ergométrique, l'elliptique et le stepper les durées d'effort sont augmentées par paliers progressifs. L'augmentation en puissance se fait lorsque le patient est capable de travailler 10 minutes à la puissance donnée.

2334 - Temps de repos

Entre chaque période de travail les patients se reposent assis ou effectuent un exercice de très faible intensité (même mouvement sans pente ou résistance et à une cadence moindre) pendant un temps au moins égal au temps de demi-hypoxie (T50). On suppose là que la récupération de l'hypoxie a été suffisante. Ce temps de demi-hypoxie qui est un paramètre donné par un examen médical joue également un rôle psychologique pour convaincre des patients qui ont toujours tendance à vouloir travailler trop vite, trop fort et trop longtemps par rapport aux paramètres optimaux, de s'arrêter. Ces temps de repos permettent en réalité de « changer de travail » puisqu'ils sont mis à profit pour centrer la conscience sur la gestion des facteurs de risque (éducation thérapeutique).

2335 - Durée d'une séance

La séance de travail proprement dite se déroule sur une heure et demi en tout incluant les séquences d'exercice et les séquences de repos.

234 - CRITERES D'EVALUATION ET D'AJUSTEMENT EN COURS DE RE ENTRAINEMENT

2341 - Critères cliniques

L'un des critères essentiels de surveillance est la douleur ischémique des membres inférieurs. La douleur est respectée et motive l'arrêt de l'exercice et le repos lorsqu'elle survient.

Mais il en est de même de la survenue d'une dyspnée importante ou d'une dyspnée s'intensifiant, rejoignant par là la surveillance en ré éducation cardiaque, dans laquelle la dyspnée est un moyen de surveillance de l'intervention de la voie énergétique anaérobie. Le moyen simple utilisé ici est que le patient doit être capable de parler lors de l'exercice.

Si l'un de ces 2 signes survient lors d'une période d'effort, soit le patient restera sur les mêmes paramètres de ré entraînement plus longtemps que prévu, soit on repassera au palier précédent lors de la séance suivante.

2342 - Examens para cliniques

En cas de contre-performance les patients bénéficient de tests d'oxymétrie dynamique au cours de l'exercice, à l'intensité à laquelle ils sont parvenus et pendant 5 minutes.

Ces tests sont réalisés sur les différents ergomètres afin de contrôler l'absence d'hypoxie délétère quel que soit l'exercice et de s'assurer de la validité des paramètres d'intensité déterminés.

Réalisation d'une oxymétrie dynamique sur elliptique



235 - CRITERES DE SURVEILLANCE

- La douleur ischémique des membres inférieurs est respectée et guide l'ajustement du ré entraînement.
- Il en est de même de la dyspnée, comme on l'a vu.
- Sur la bicyclette ergométrique, l'elliptique et le stepper les patients bénéficient d'une surveillance de la FC par cardiofréquencemètre. Ceci est comme pour les cardiologues rééducateurs un critère de plus permettant de s'assurer que les exercices se déroulent en aérobie. C'est également un moyen de surveiller la survenue d'un problème cardiaque.
- la tension artérielle est prise régulièrement en cours de séance en règle à la fin d'un effort.
- Si le ré entraînement des membres inférieurs chez l'artériopathe est, en principe, comme cela a été montré, d'une intensité insuffisante pour entraîner un risque cardiaque et que les problèmes en cours de rééducation vasculaires restent rares, l'ischémie des membres inférieurs protégeant comme le dit Chignon de l'ischémie cardiaque, il n'en est pas moins vrai que les progrès au cours de la rééducation peuvent amener à des niveaux d'effort suffisant pour dévoiler une ischémie ou une insuffisance cardiaque. Ainsi lors de l'effort une dyspnée intense, une douleur thoracique, des palpitations, une fréquence cardiaque inhabituellement haute ou basse ou une ascension ou une chute tensionnelle motive la réalisation d'un nouveau bilan cardiologique et l'accord du cardiologue avant la poursuite de la rééducation.
- un défibrillateur et un chariot d'urgence sont en permanence dans la salle de travail et les personnes menant la rééducation sont formées aux premiers secours.

236 - FIN DE SEANCE, RETOUR AU REPOS

Activité libre calme, discussion au sein du groupe (alimentation, tabac, diabète, stress).

237 - MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

2371 – Education thérapeutique

De nombreuses équipes ont insisté sur la prise en charge à visée éducative et psychologique des patients artériopathes. En effet, la maladie étant chronique, il est à la fois difficile et essentiel d'obtenir une adhésion à un traitement souvent vécu comme fastidieux et qui doit de surcroît être poursuivi sur le long terme.

Un autre problème auquel sont souvent confrontés les kinésithérapeutes c'est la difficulté d'enseigner aux patients à travailler à un rythme qui est en fait souvent inférieur à celui qu'ils adopteraient spontanément. Or les praticiens de la Tourmaline ont des exemples de patients qui en ayant suivi un rythme trop intense ont en fait dégradé leur état fonctionnel (on peut formuler l'hypothèse que cela est en corrélation avec l'état métabolique de ces patients).

La Tourmaline n'étant pas une structure de taille suffisante elle ne bénéficie pas de cours séparés d'éducation ni de prise en charge par un psychologue. Ceci est néanmoins en projet (projet de recrutement d'un psychologue clinicien comportementaliste).

Ainsi l'éducation, l'apprentissage de ce qu'est leur maladie et de ses implications, l'hygiène de vie et les facteurs de risque, la façon dont ils devront poursuivre leur activité physique à la fin du programme sont longuement abordés tout au long des séances, et les périodes de repos sont toujours mises à profit. La petite taille des groupes de travail permet cela et l'émulation de groupe possible dans ces conditions joue un rôle important.

Par ailleurs les patients peuvent bénéficier en externe d'un suivi en centre anti-tabac et de consultations de diététique.

2372 - Kinésithérapie respiratoire

Rééducation respiratoire du syndrome obstructif avec ventilation abdomino-diaphragmatique et expectoration contrôlée.

2373 - Massages décontractants

Les massages circulatoires préparent aux exercices actifs, en renforçant l'échauffement, et facilitent l'élimination des déchets en cas de douleurs persistantes

238 - FREQUENCE DES SEANCES ET DUREE DES PROGRAMMES

Le rythme est de 3 séances d'une heure et demi par semaine pendant 4 à 6 semaines, cette durée étant beaucoup conditionnée par les contraintes de place et le fait qu'il s'agit d'améliorer les patients mais surtout de leur donner des bases et des paramètres fiables afin qu'ils poursuivent leur ré entraînement chez eux. Les bénéfices physiques du ré entraînement sont en effet surtout obtenus sur des périodes plus longues et disparaissent de toute façon si l'activité n'est pas poursuivie.

24 – CONTROLE APRES REEDUCATION

Les patients bénéficient d'une consultation de contrôle avec le médecin rééducateur vasculaire ainsi que d'un nouveau test d'oxymétrie dynamique fonctionnel environ 6 mois après la fin du programme.

Les paramètres du test de contrôle sont soit ceux du test initial si il était satisfaisant, soit ceux du second test s'il en a été réalisé un. Le test de contrôle permet d'objectiver l'évolution du retentissement fonctionnel de la maladie, tel une photographie de la gravité de la situation pour un effort donné.

Les critères d'évaluation et de suivi sont à la fois le périmètre de marche et les paramètres du test d'oxymétrie fonctionnel, à savoir l'ICM, le T50, la durée d'hypoxie sévère et la durée d'hypoxie critique.

3 - CAS CLINIQUES

Nous exposerons ici quelques cas cliniques illustrant la prise en charge effectuée à la Tourmaline. En dehors d'une étude protocolisée il s'agit de patients dont les situations de départ ainsi que les évolutions sont très différentes les unes des autres. Mais ceci a l'intérêt de bien montrer d'une part la complexité des réalités cliniques, d'autre part l'apport de l'oxymétrie dynamique dans les choix thérapeutiques et rééducatifs lors de situations cliniques variées.

En 2006 les praticiens de la Tourmaline ont réalisé 149 oxymétries statiques et 121 oxymétries dynamiques (34% de patients en rééducation, 15% de contrôle, 50% d'avis médicaux). Ils ont pris en charge en rééducation 42 patients au stade d'hypoxie d'effort.

Parmi les patients pris en charge en rééducation au stade d'hypoxie d'effort on retrouve les cas de figure suivants :

- Des patients dont la prise en charge est purement médicale : ils sont au stade d'hypoxie d'effort et ne présentent pas d'indication chirurgicale.
- Des patients qui ont été revascularisés (chirurgie endovasculaire ou conventionnelle), qui sont améliorés et qui se retrouvent au stade d'hypoxie d'effort après la chirurgie. La rééducation vient alors consolider les résultats de la chirurgie, d'autant que certaines études ont montré la supériorité quant au pronostic de la chirurgie associée à la rééducation versus chirurgie seule [48].
- Des patients ayant été revascularisés mais ayant thrombosé à nouveau, donc en échec post-chirurgie, sans indication de reprise chirurgicale et qui ne sont pas au stade d'ischémie permanente.

Nous présenterons donc quelques exemples pour chacun de ces trois cas de figure. Chaque cas clinique est résumé dans un tableau suivant la description littéraire.

31 – PRISE EN CHARGE MEDICOPHYSIQUE

311 – M. F. JACQUES

DATE DE NAISSANCE (DDN) : 05/01/1925

FACTEURS DE RISQUE CARDIOVASCULAIRES (FDRCV) ET ANTECEDENTS (ATCD) CARDIOVASCULAIRES

- pas de tabagisme
- diabète de type 2
- dyslipidémie
- HTA
- cardiopathie ischémique ; angioplastie en 1994

HISTOIRE DE LA MALADIE (HDM)

- Ce patient est pris en charge en rééducation pour une artériopathie ancienne qui s'est récemment aggravée.
- L'aggravation a été mise en évidence lors des contrôles Doppler systématiques.
- Le patient présente une claudication intermittente avec douleur surale droite.

EXAMENS COMPLEMENTAIRES

- Echodoppler artérielle février 2004 :

- pas de lésions hémodynamiquement significative iliaques communes, internes, externes, fémorales communes à droite ni à gauche
- à droite :
 - thrombose segmentaire poplitée avec démodulation d'aval
 - tibiale postérieure démodulée
 - IPSC 0,6
- à gauche :
 - sténose étagée calcifiée fémorale superficielle gauche
 - sténose très serrée de la poplitée gauche
 - thrombose tibiale antérieure, seul l'axe péronnier est perméable
 - IPSC 0,7

- Echodoppler artérielle novembre 2005 : aggravation des lésions :

- apparition de bourgeons athéromateux fémorales communs
- à droite :
 - thrombose du 1/3 inférieur de la fémorale superficielle se prolongeant sur la poplitée ; réinjection de la poplitée en distalité ; poplitée très nettement démodulée
 - IPSC 0,4
- à gauche :
 - thrombose du 1/3 inférieur de la fémorale superficielle, segmentaire, se prolongeant par une thrombose poplitée jusqu'au niveau du tronc tibio-péronnier
 - axe jambier péronnier seul perméable
 - IPSC 0,5

- Echodoppler artérielle juin 2006 :

- à droite :
 - sténose calcifiée à l'origine de la fémorale profonde
 - thrombose des 2/3 inférieurs de la fémorale superficielle, se prolongeant par une thrombose poplitée ; réinjection poplitée ; démodulation nette
 - IPSC 0,52
- à gauche :
 - thrombose des 2/3 inférieurs de la fémorale superficielle se prolongeant par une thrombose poplitée jusqu'au tronc tibio-péronnier
 - axe jambier péronnier seul perméable
 - IPSC 0,47

JANVIER 2007 : REEDUCATION

* 82 ans, 70 kg, 1,64 m, BMI 26

* Vitesse confortable de marche en pente déterminée préalablement : 2,5 km/h

* Test d'oxymétrie dynamique initial *droit* (08/12/06)

- TcPO₂ de repos : cuisse 63 mmHg (ROT 79 %) , jambe 48 mmHg (ROT 60 %) , pied 53 mmHg (ROT 67 %)
- réalisé à 50 W, vitesse 2,5 km/h, pente 10 %
- distance parcourue par le patient sur 5 min : 220 m
- symptômes ressentis à la fin du test : gêne, test sous-maximal sur le plan des MI, dyspnée st 2 handicapante (atcd cardiologiques et patient âgé claudicant désadapté à l'effort).
- ICM : cuisse 1 % , jambe 46% , pied 56 %
- T50 : jambe 240 s , pied 180 s
- DHS : jambe 300 s , pied 180 s
- DHC : jambe 0 , pied 0

* PM à plat : à 2,5 km/h : 500 m ; arrêt dû à la dyspnée (atcd cardio, patient âgé)

* PM en pente : à 2,5 km/h et 3 % de pente : 450 m à la 3^{ème} semaine du programme

* Paramètres de ré entraînement

. Marche à plat : 2,5 km/h, 75 % de 500 m soit 375 m ; augmentation progressive de la distance

. Marche en pente : début seulement après 3 semaines de marche à plat seule (dyspnée invalidante), 2,5 km/h, 3 % de pente, soit 15 W, à 75% de 450 m soit 337 m

* Performances en fin de programme

. A plat : augmentation de la vitesse : non
PM à 2,5 km/h : 1000 m (+ 233%)

. En pente : augmentation de la vitesse : non

augmentation de la pente : non
PM à 2,5 km/h et 3 % : 450 m (+ 350%)

NOM (DDN)		M. F. Jacques (05/01/1925)		
DATE		01/2007		
BMI		26		
PM estimé (m)		200-300 m		
Echodoppler artérielle		06/2006		
Angio-IRM				
Artériographie				
IPSC repos	Gauche	0.47		
	Droit	0.52		
IPSC post-effort	Gauche			
	Droit			
Date de l'oxymétrie		12/2006		
Côté de l'oxymétrie		Droit		
TcPO2 (mmHg) et ROT (%) de repos	Cuisse	63(79%)		
	Jambe	48(60%)		
	Pied	53(67%)		
TEST OXYMETRIE DYNAMIQUE	Vitesse (km/h)	2.5		
	Pente (%)	10%		
	Puissance (W)	50W		
	Dist. (m)	220 m		
	ICM (%)	Cuisse	1	
		Jambe	46	
		Pied	56	
	T50 (sec)	Cuisse		
		Jambe	240	
		Pied	180	
	DHS	Cuisse		
		Jambe	300	
		Pied	180	
	DHC	Cuisse		
		Jambe	0	
Pied		0		
Dates de rééducation		01/2007		
PARAMETRES DE REENTRAI- NEMENT	A plat	Vitesse	2.5	
		Dist.	375m	
	En pente	Vitesse	2.5	
		Pente	3%	
		Puiss.	15W	
	Dist.	337m		
PERFORMAN- CES EN FIN DE PROGRAMME	A plat	Vitesse	2.5 id	
		Dist.	1000 m (+233%)	
	En pente	Vitesse	2.5 id	
		Pente	3% id	
		Puiss	W	
	Dist.	450m(+350%)		

BMI = body mass index, PM = périmètre de marche, IPSC = indice de pression systolique de cheville, ICM = indice de chute maximale, DHS = durée d'hypoxie sévère, DHC = durée d'hypoxie critique, Dist. = distance, Puiss. = puissance, HR = hypoxie de repos.

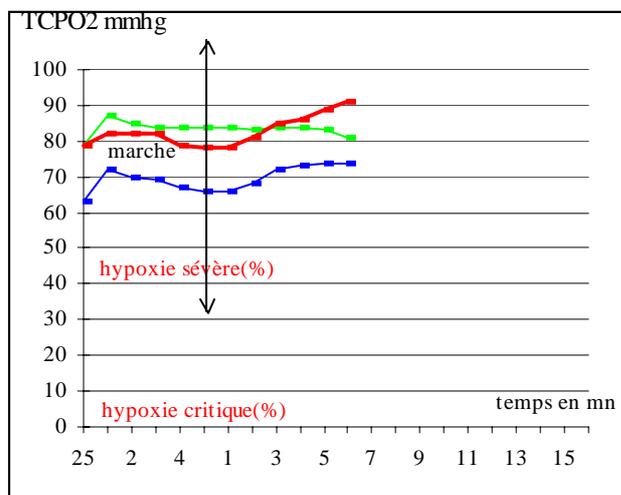
F. Jacques, OXYMETRIE DROITE 08/12/2006

P H A S E D E R E P O S (20 mn decubitus)				
Niveau	référérence	cuisse	jambe	pied
TcPO2 (mmhg)	79	63	48	53
Rapport Oxygén. Tissulaire		79	60	67
P H A S E d' E F F O R T		Puissance	50	watts
maximum	+/-	Vitesse	2,5	km/h
limité par	gene	Pente (%)	10	%
dyspnée NYHA	stade 2	Distance	220	mètres

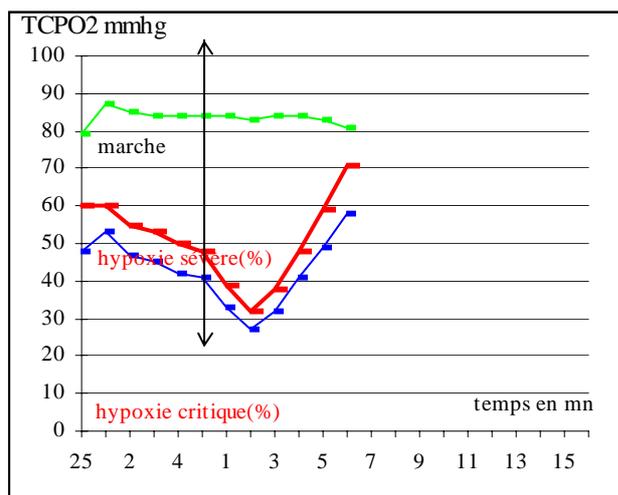
P H A S E D E R E C U P E R A T I O N				
		cuisse	jambe	pied
Plus petit ROT (%)	78		32	29
ICM (%)	1		46	56
T50 1/2 durée hypoxie	60		240	180
Hypoxie sévère (sec)	0		300	180
Hypoxie critique (sec)	0		0	0
0 < ISD < 5	0		0,6	0,5

COURBES	ROT (%)	référence	NIVEAU	Puiss 50W
----------------	----------------	------------------	---------------	----------------------------

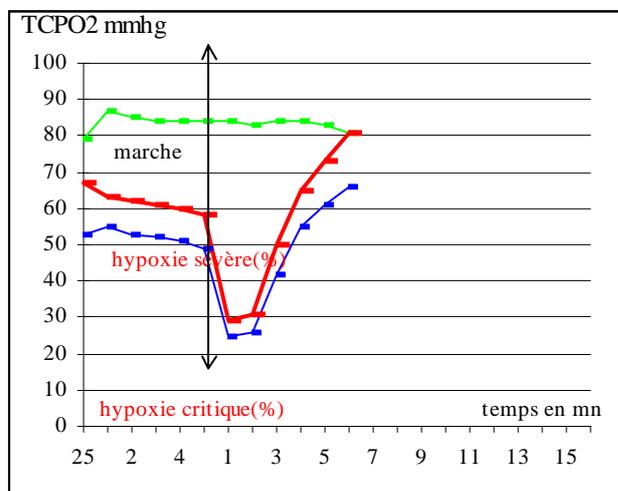
NIVEAU CUISSE



NIVEAU JAMBE



NIVEAU PIED



312 – M. P. JEAN-PAULDDN : 08/10/1945FDRCV, ATCD

- tabagisme sevré
- dyslipidémie
- surcharge pondérale
- hyperuricémie
- HTA
- cardiopathie ischémique

HDM

- septembre 97, consultation d'angiologie : claudication intermittente avec douleurs des deux mollets depuis de nombreuses années.
- PM estimé en marche rapide : 100 m.
- indication d'une prise en charge médicophysique au vu du tableau clinique et de l'échodoppler.

EXAMENS COMPLEMENTAIRES- Echodoppler septembre 1997 :

- thrombose médiane courte fémorale superficielle droite
- thrombose ancienne fémorale superficielle gauche sur toute la longueur de l'artère
- lésions thrombosantes fémoro-poplitées bilatérales
- thrombose tibiale postérieure droite

- IPS : 0,7 à gauche et à droiteJANVIER 1998 : REEDUCATION* 52 ans, 96 kg, 1,77 m, BMI 32* Test d'oxymétrie dynamique initial gauche (26/01/98)

- TcPO₂ de repos : pied 49 mmHg (ROT 98 %)
- réalisé à 50 W, vitesse 3 km/h, pente 7 %
- distance parcourue par le patient : 750 m
- ICM : pied 44 %
- T50 : pied 900 s
- DHS : pied 0
- DHC : pied 0

* Paramètres de ré entraînement

- . Marche à plat : 3 km/h, 1000 m ; augmentation progressive de la vitesse

. Marche en pente : 3 km/h, 7 % de pente, soit 55 W, 400 m ; augmentation progressive de la distance

* Performances en fin de programme

. A plat : augmentation de la vitesse : 4,5 km/h (+ 50 %)
PM à 4,5 km/h : 1000 m (fixé)

. En pente : augmentation de la vitesse : 3,5 km/h
diminution de la pente : 6 %
PM à 3,5 km/h et 6 %, soit 55 W : 1000 m

MARS 1998 : consultation de contrôle

retentissement fonctionnel hémodynamique modéré

DECEMBRE 2004 – AVRIL 2005 : REEDUCATION

* décembre 2004 : consultation de chirurgie vasculaire pour gêne fonctionnelle invalidante dûe à l'augmentation progressive de sa claudication intermittente ; stade 2 fort clinique ; au vu du bilan clinique et de l'imagerie indication d'une nouvelle prise en charge rééducative en première intention.

* examens complémentaires

- échodoppler et angio IRM : thromboses fémorale superficielle et poplitée bilatérales, réseau artériel jambier athéromateux.

* 59 ans, 100 kg, 1,77 m, BMI 35

* Test d'oxymétrie dynamique gauche (04/03/2005)

- TcPO₂ de repos : jambe 38 (61%) , pied 39 (ROT 62 %)
- réalisé à 50 W, vitesse 3 km/h, pente 6 %
- distance parcourue par le patient sur 5 min : 250 m
- symptômes ressentis à la fin du test : douleur droite
- ICM : jambe 34 % , pied 41 %
- T50 : jambe 540 s , pied 480 s
- DHS : jambe 540 s , pied 480 s
- DHC : jambe 0 , pied 0

* Test d'oxymétrie dynamique droite (07/03/2005)

- TcPO₂ de repos : cuisse 51 mmHg (ROT 82 %) , jambe 25 mmHg (ROT 40 %) , pied 47 mmHg (75 %)
- réalisé à 50 W, vitesse 3 km/h, pente 6 %
- distance parcourue par le patient : 250 m
- symptômes ressentis à la fin du test : épreuve maximale limitée par crampe du mollet droit, dyspnée

- ICM : cuisse 25 %, jambe 70 % , pied 69 %
- T50 : cuisse 240 s , jambe 540 s , pied 720 s
- DHS : cuisse 0 , jambe : hypoxie permanente de repos , pied 720 s
- DHC : cuisse 0 , jambe 0 , pied 0
- commentaire : hypoxie de repos

* Paramètres de ré entraînement

- . Marche à plat : 4 puis 3,5 puis 3,2 km/h, 200 m ; augmentation rapide de la distance à 1000 m
- . Marche en pente : 3 puis 2,5 km/h, 6 puis 2 % de pente, soit 50 puis 15 W, 250 m

* Performances en fin de programme

- . A plat : diminution de la vitesse : 3,2 km/h (- 20%)
PM à 3,2 km/h : 1000 m (+ 400 %)
- . En pente : diminution de la vitesse : 2,7 km/h
diminution de la pente : 2 %
PM à 2,7 km/h et 2 % : 1000 m (+ 300 %)

SEPTEMBRE 2006 : consultation de CONTROLE

* 60 ans, 90 kg, 1,77 m, BMI 29

* Test d'oxymétrie dynamique *droit* (15/09/2006)

- TcPO2 de repos : cuisse 56 mmHg (ROT 96 %) , jambe 56 mmHg (ROT 96 %) , pied 49 mmHg (ROT 84 %)
- réalisé à 50 W, vitesse 3 km/h, pente 7 %
- distance parcourue par le patient sur 5 min : 250 m
- symptômes ressentis à la fin du test : dyspnée, douleur angineuse
- ICM : cuisse 14 %, jambe 64 % , pied 75 %
- T50 : cuisse 180 s, jambe 480 s, pied 420 s
- DHS : cuisse 0 , jambe 360 s, pied 420 s
- DHC : cuisse 0 , jambe 0 , pied 0

* Conclusion : amélioration nette chez un patient suivant désormais parfaitement les conseils de marche à domicile ainsi que les conseils hygiéno-diététiques (perte de 10 kgs) suite à la prise en charge en centre de rééducation. Consultation cardiologique.

NOM		M. P. Jean-Paul (08/10/45)			
DATE		01/1998	12/04 – 04/05		
BMI		32	35		
PM estimé (m)		100 m	Stade 2 fort		
Echodoppler artérielle		09/1997	2005		
Angio-IRM			2005		
Artériographie					
IPSC repos	Gauche	0.7			
	Droit	0.7			
IPSC post-effort	Gauche				
	Droit				
Date de l'oxymétrie		26/01/98	04/03/05	07/03/05	
Côté de l'oxymétrie		Gauche	Gauche	Droit : HR	
TcPO2 (mmHg) et ROT (%) de repos	Cuisse			51(82%)	
	Jambe		38(61%)	25(40%)	
	Pied	49(98%)	39(62%)	47(75%)	
TEST OXYMETRIE DYNAMIQUE	Vitesse (km/h)	3	3	3	
	Pente (%)	7%	6%	6%	
	Puissance (W)	50W	50W	50W	
	Dist. (m)	750 m	250 m	250m	
	ICM (%)	Cuisse			25
		Jambe		34	70
		Pied	44	41	69
	T50 (sec)	Cuisse			240
		Jambe		540	540
		Pied	900	480	720
	DHS	Cuisse			0
		Jambe		540	permanente
		Pied	0	480	720
	DHC	Cuisse			0
		Jambe		0	0
Pied		0	0	0	
Dates de rééducation		01/98	04/2005		
PARAMETRES DE REENTRAI- NEMENT	A plat	Vitesse	3	3.2	
		Dist.	1000 m	200 m	
	En pente	Vitesse	3	2.5	
		Pente	7%	2%	
		Puiss.	55W	15W	
Dist.	400m	250 m			
PERFORMAN- CES EN FIN DE PROGRAMME	A plat	Vitesse	4.5(+50%)	Id.	
		Dist.	1000m(fixée)	1000m(+400%)	
	En pente	Vitesse	3.5(+16%)	Id.	
		Pente	6%(-)	Id.	
		Puiss	55W	Id.	
Dist.	1000m(+150%)	1000m(+300%)			

BMI = body mass index, PM = périmètre de marche, IPSC = indice de pression systolique de cheville, ICM = indice de chute maximale, DHS = durée d'hypoxie sévère, DHC = durée d'hypoxie critique, Dist. = distance, Puiss. = puissance, HR = hypoxie de repos.

NOM (DDN)		M. P. Jean-Paul		(2)	
DATE		09/2006			
BMI		29			
PM estimé (m)					
Echodoppler artérielle					
Angio-IRM					
Artériographie					
IPSC repos	Gauche				
	Droit				
IPSC post-effort	Gauche				
	Droit				
Date de l'oxymétrie		15/09/2006			
Côté de l'oxymétrie		Droit			
TcPO2 (mmHg) et ROT (%) de repos	Cuisse	56(96%)			
	Jambe	56(96%)			
	Pied	49(84%)			
TEST OXYMETRIE DYNAMIQUE	Vitesse (km/h)	3			
	Pente (%)	7%			
	Puissance (W)	50W			
	Dist. (m)	250 m			
	ICM (%)	Cuisse	14		
		Jambe	64		
		Pied	75		
	T50 (sec)	Cuisse	180		
		Jambe	480		
		Pied	420		
	DHS	Cuisse	0		
		Jambe	360		
		Pied	420		
	DHC	Cuisse	0		
		Jambe	0		
Pied		0			
Dates de rééducation					
PARAMETRES DE REENTRAI- NEMENT	A plat	Vitesse			
		Dist.			
	En pente	Vitesse			
		Pente			
		Puiss.			
	Dist.				
PERFORMAN- CES EN FIN DE PROGRAMME	A plat	Vitesse			
		Dist.			
	En pente	Vitesse			
		Pente			
		Puiss			
	Dist.				

BMI = body mass index, PM = périmètre de marche, IPSC = indice de pression systolique de cheville, ICM = indice de chute maximale, DHS = durée d'hypoxie sévère, DHC = durée d'hypoxie critique, Dist. = distance, Puiss. = puissance, HR = hypoxie de repos.

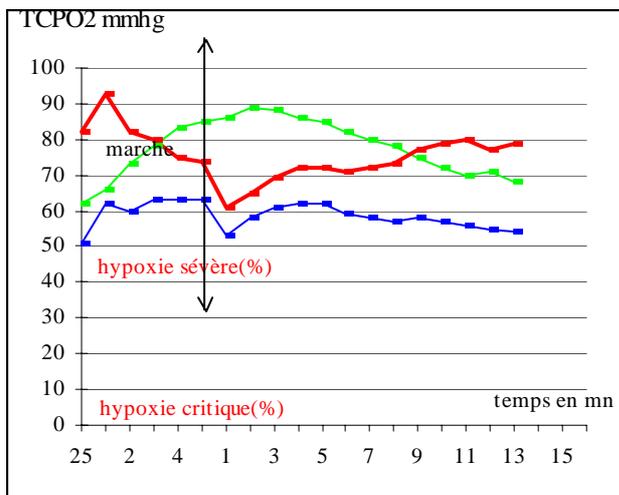
07/03/2005, OXYMETRIE DROITE, P. Jean-Paul

P H A S E D E R E P O S (20 mn decubitus)				
Niveau	référence	cuisse	jambe	pied
TcPO2 (mmhg)	62	51	25	47
Rapport Oxygén. Tissulaire		82	40	75
P H A S E d' E F F O R T		Puissance	50	watts
maximum	oui	Vitesse	3	km/h
limité par crampe mollet droit		Pente (%)	6	%
dyspnée NYHA	stade 2 +	Distance	250	mètres

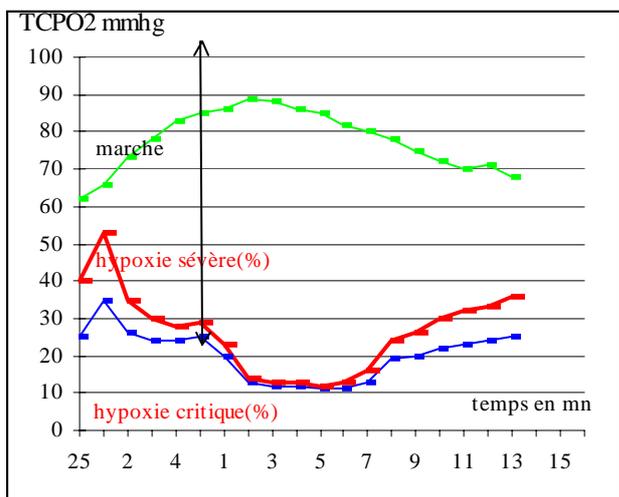
P H A S E D E R E C U P E R A T I O N				
		cuisse	jambe	pied
Plus petit ROT (%)	61		12	23
ICM (%)	25		70	69
T50 1/2 durée hypoxie	240		540	720
Hypoxie sévère (sec)	0		permanente	720
Hypoxie critique (sec)	0		0	0
0 < ISD < 5	0,3		1,9	2,5

COURBES	ROT (%)	référence	NIVEAU	Puiss 50W
---------	---------	-----------	--------	-----------

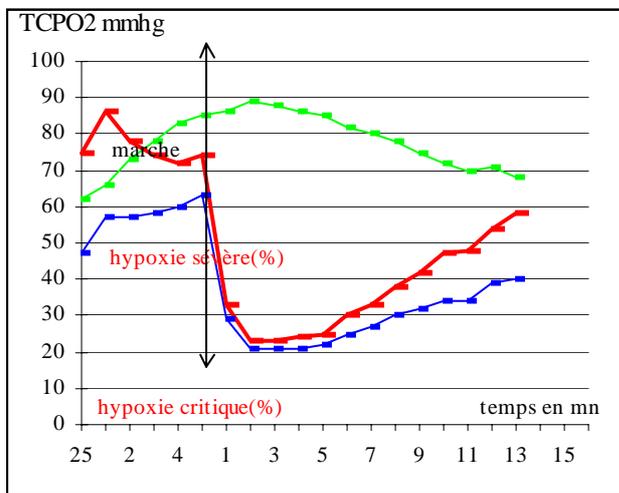
NIVEAU CUISSE



NIVEAU JAMBE



NIVEAU PIED



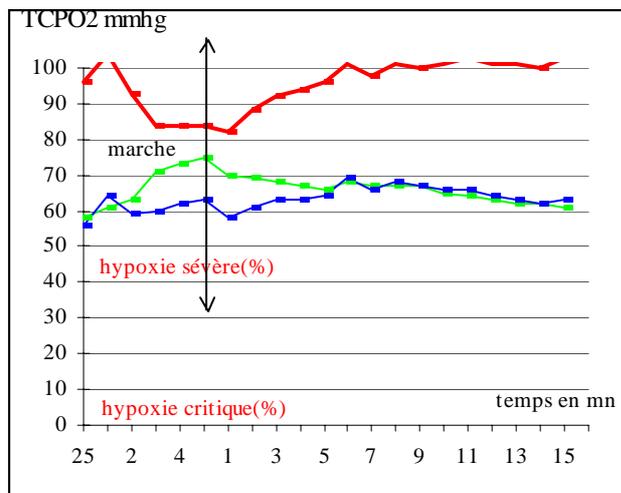
15/09/2006, OXYMETRIE DROITE, P. Jean-Paul

P H A S E D E R E P O S (20 mn decubitus)				
Niveau	référence	cuisse	jambe	pied
TcPO2 (mmhg)	58	56	56	49
Rapport Oxygén. Tissulaire		96	96	84
P H A S E d' E F F O R T		Puissance	50	watts
maximum	oui	Vitesse	3	km/h
limité par douleur angineuse		Pente (%)	7	%
dyspnée NYHA	stade 2 +	Distance	250	mètres

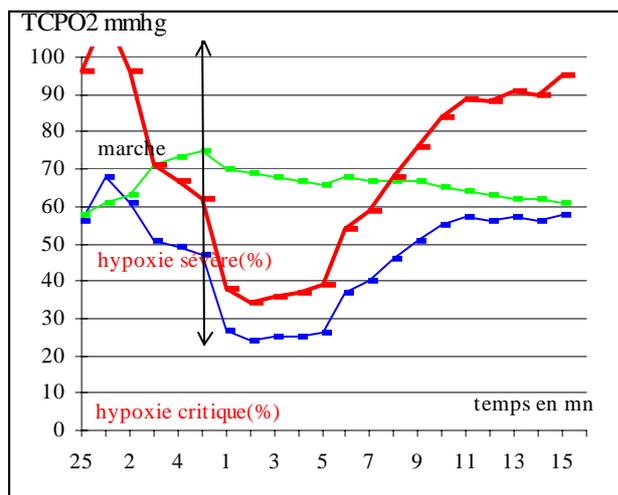
P H A S E D E R E C U P E R A T I O N				
		cuisse	jambe	pied
Plus petit ROT (%)	82		34	21
ICM (%)	14		64	75
T50 1/2 durée hypoxie	180		480	420
Hypoxie sévère (sec)	0		360	420
Hypoxie critique (sec)	0		0	0
0 < ISD < 5	0,1		1,5	1,6

COURBES	ROT (%)	référence	NIVEAU	Puiss 50W
---------	---------	-----------	--------	-----------

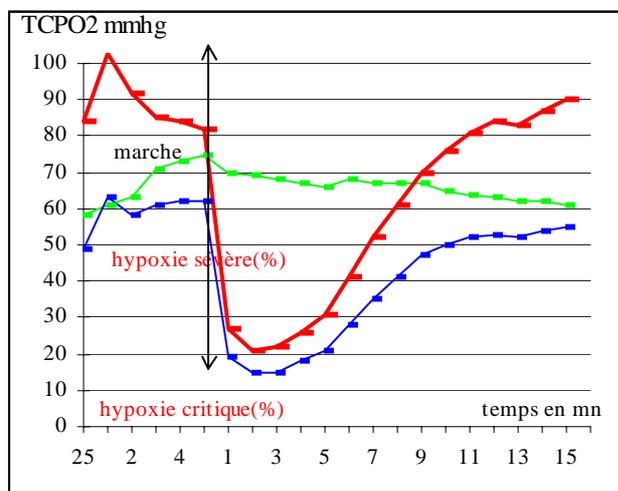
NIVEAU CUISSE



NIVEAU JAMBE



NIVEAU PIED



313 – MME B. SIMONEDDN: 09/06/1929FDRCV, ATCD

- dyslipidémie

HDM

- il s'agit d'une patiente qui est prise en charge pour la première fois en 1995 pour une AOMI symptomatique depuis 5 ans. Elle présente une claudication intermittente surale droite. Au vu de la situation clinique et des examens complémentaires un traitement médicophysique avec prise en charge rééducative est décidé.

- par la suite elle sera revue régulièrement pour des contrôles oxymétriques et échographiques. La patiente suivant scrupuleusement les consignes d'activité physique et les règles hygiéno-diététiques à domicile, sa symptomatologie s'amendera et les oxymétries s'amélioreront progressivement.

- néanmoins dans un contexte de déménagement mal vécu elle cessera de suivre cette hygiène de vie et sa symptomatologie réapparaîtra. Ceci motivera un nouveau bilan en 2006. Celui-ci montrera une dégradation de l'oxymétrie et une nouvelle prise en charge rééducative sera effectuée.

EXAMENS COMPLEMENTAIRES

- Echodoppler artérielle 1995 : lésions diffuses multiétagées bilatérales prédominantes à droite.

- Test d'oxymétrie dynamique initial droit (11/07/95)

- TcPO₂ de repos : pied 50 mmHg (ROT 80 %)
- réalisé à 50 W, vitesse 2,5 km/h, pente 11 %
- distance parcourue par le patient : 660 m (7 min)
- ICM : pied 71 %
- T50 : pied 360 sec
- DHS : pied 360 s
- DHC : pied 0
- donc artériopathie stade 2.

SEPTEMBRE - OCTOBRE 1995 : REEDUCATION

* 66 ans, 64 kg, 1,68 m, BMI 24

* Paramètres de ré entraînement

. En 1995 le ré entraînement ne suivait pas les règles désormais choisies. La patiente a donc été ré entraînée à 50 W malgré un ICM de 71%.

. Marche à plat : 3 km/h, 1000 m ; augmentation progressive de la vitesse

. Marche en pente : 3 km/h, 10 % de pente, soit 50 W, 300 m ;

* Performances en fin de programme

. A plat : augmentation de la vitesse : 4,5 km/h (+50%)

PM à 4,5 km/h : 1000 m

. En pente : augmentation de la vitesse : non

augmentation de la pente : non

PM à 3 km/h et 10 % : 600 m (+ 100%)

24 OCTOBRE 1995 : oxymétrie de CONTROLE à droite à la fin du programme de rééducation

- TcPO₂ de repos : pied 58 mmHg (ROT 77 %)

- réalisé à 50 W, vitesse 2,5 km/h, pente 11 %

- distance parcourue par le patient : 660 m (7 min)

- ICM : pied 80 %

- T50 : pied 420 sec

- DHS : pied 420 s

- DHC : pied 0

- conclusion : pas de modification.

AVRIL 1996 – OCTOBRE 2000

La patiente bénéficie d'oxymétrie régulières qui sont détaillées dans le tableau récapitulatif. Elles montrent une constante amélioration de l'oxygénation tissulaire.

DECEMBRE 2006 : CONTROLE - REEDUCATION

* Consultation de médecine vasculaire : au vu de la diminution progressive des capacités fonctionnelles et du périmètre de marche et des résultats de l'échodoppler, indication d'une nouvelle prise en charge rééducative.

* Echodoppler artérielle :

- oblitération fémoro-poplitée bilatérale plus marquée à droite, poplitées réinjectées.

Lésions stables.

- au niveau jambier : seules les tibiales antérieures sont monophasiques.

* 77 ans, 64 kg, 1,68 m, BMI 24

* Vitesse confortable de marche en pente déterminée préalablement : 2,5 km/h

* Test d'oxymétrie dynamique initial droit (01/12/06)

- TcPO₂ de repos : cuisse 66 mmHg (ROT 91 %) , jambe 51 mmHg (ROT 70 %) , pied 60 mmHg (ROT 83 %)

- réalisé à 50 W, vitesse 2,5 km/h, pente 10 %

- distance parcourue par le patient sur 5 min : 220 m
- symptômes ressentis à la fin du test : gêne du membre inférieur
- ICM : cuisse 4 % , jambe 38 % , pied 36 %
- T50 : cuisse 240 s , jambe 480 s , pied 240 s
- DHS : cuisse 0 , jambe 240 s , pied 0
- DHC : cuisse 0 , jambe 0 , pied 0

* Paramètres de ré entraînement

- . Marche à plat : 2,5 km/h, 1000 m ; augmentation progressive de la vitesse
- . Marche en pente : 2,5 km/h, 7 % de pente, soit 30 W, à 180 m ; essai augmentation progressive de la distance

* Performances en fin de programme

- . A plat : augmentation de la vitesse : 3 km/h (+ 20%)
PM à 3 km/h : 1000 m
- . En pente : augmentation de la vitesse : non
augmentation de la pente : non
PM à 2,5 km/h et 7 % : 200 m (+ 11%)

NOM (DDN)		Mme B. Simone (09/06/1929)			(1)	
DATE		1995	24/10/95	11/04/96	05/12/96	
BMI		24		24	24	
PM estimé (m)		300m				
Echodoppler artérielle		1995				
Angio-IRM						
Artériographie						
IPSC repos	Gauche	1,2				
	Droit	0,6				
IPSC post-effort	Gauche					
	Droit					
Date de l'oxymétrie		11/07/95	24/10/95	11/04/96	05/12/96	
Côté de l'oxymétrie		Droit	Droit	Droit	Droit	
TcPO2 (mmHg) et ROT (%) de repos	Cuisse					
	Jambe					
	Pied	50(80%)	58(77%)	65(92%)	57(86%)	
TEST OXYMETRIE DYNAMIQUE	Vitesse (km/h)	2.5	2.5	2.5	2.5	
	Pente (%)	11%	11%	11%	11.46%	
	Puissance (W)	50W	50W	50W	50W	
	Dist. (m)	660m	660m	660m	660m	
	ICM (%)	Cuisse				
		Jambe				
		Pied	71	80	70	72
	T50 (sec)	Cuisse				
		Jambe				
		Pied	360	420	240	420
	DHS	Cuisse				
		Jambe				
		Pied	360	420	180	360
	DHC	Cuisse				
		Jambe				
Pied		0	0	0	0	
Dates de rééducation		09-10/1995				
PARAMETRES DE REENTRAI- NEMENT	A plat	Vitesse	3			
		Dist.	1000m			
	En pente	Vitesse	3			
		Pente	10%			
		Puiss.	50W			
	Dist.	300m				
PERFORMAN- CES EN FIN DE PROGRAMME	A plat	Vitesse	4.5(+50%)			
		Dist.	1000m(fixée)			
	En pente	Vitesse	Id.			
		Pente	Id.			
		Puiss	W			
	Dist.	600m(+100%)				

BMI = body mass index, PM = périmètre de marche, IPSC = indice de pression systolique de cheville, ICM = indice de chute maximale, DHS = durée d'hypoxie sévère, DHC = durée d'hypoxie critique, Dist. = distance, Puiss. = puissance, HR = hypoxie de repos.

NOM (DDN)		Mme B. Simone (2)				
DATE		08/10/97	04/03/99	01-10/2000	12/2006	
BMI		24	24	24	24	
PM estimé (m)						
Echodoppler artérielle						
Angio-IRM						
Artériographie						
IPSC repos	Gauche					
	Droit					
IPSC post-effort	Gauche					
	Droit					
Date de l'oxymétrie		08/10/97	04/03/99	01/01/2000	01/12/2006	
Côté de l'oxymétrie		Droit	Droit	Droit	Droit	
TcPO2 (mmHg) et ROT (%) de repos	Cuisse				66(91%)	
	Jambe			58(79%)	51(70%)	
	Pied	55(87%)	69(97%)	69(100%)	60(83%)	
TEST OXYMETRIE DYNAMIQUE	Vitesse (km/h)	2.5	2.5	2.5	2.5	
	Pente (%)	11%	11%	10%	10%	
	Puissance (W)	50W	50W	50W	50W	
	Dist. (m)	660m	660m	660m	220m	
	ICM (%)	Cuisse				4
		Jambe			11	38
		Pied	52	38	39	36
	T50 (sec)	Cuisse				240
		Jambe			480	480
		Pied	300	300	360	240
	DHS	Cuisse				0
		Jambe			0	240
		Pied	180	0	0	0
	DHC	Cuisse				0
		Jambe			0	0
Pied		0	0	0	0	
Dates de rééducation					12/2006	
PARAMETRES DE REENTRAI-NEMENT	A plat	Vitesse			2.5	
		Dist.			1000m	
	En pente	Vitesse			2.5	
		Pente			7%	
		Puiss.			30W	
Dist.			180m			
PERFORMANCES EN FIN DE PROGRAMME	A plat	Vitesse			3(+20%)	
		Dist.			1000m(fixée)	
	En pente	Vitesse			Id.	
		Pente			Id.	
		Puiss			W	
Dist.			200m(+11%)			

BMI = body mass index, PM = périmètre de marche, IPSC = indice de pression systolique de cheville, ICM = indice de chute maximale, DHS = durée d'hypoxie sévère, DHC = durée d'hypoxie critique, Dist. = distance, Puiss. = puissance, HR = hypoxie de repos.

11/07/95, OXYMETRIE DROITE, B. Simone

RESULTATS

côté :

droit

mesures
après 25 minutes
de repos en decubitus

TCPO2 de référence	62	mm hg
TCPO2 au niveau du pied	50	mm hg
ROT de decubitus	80	%

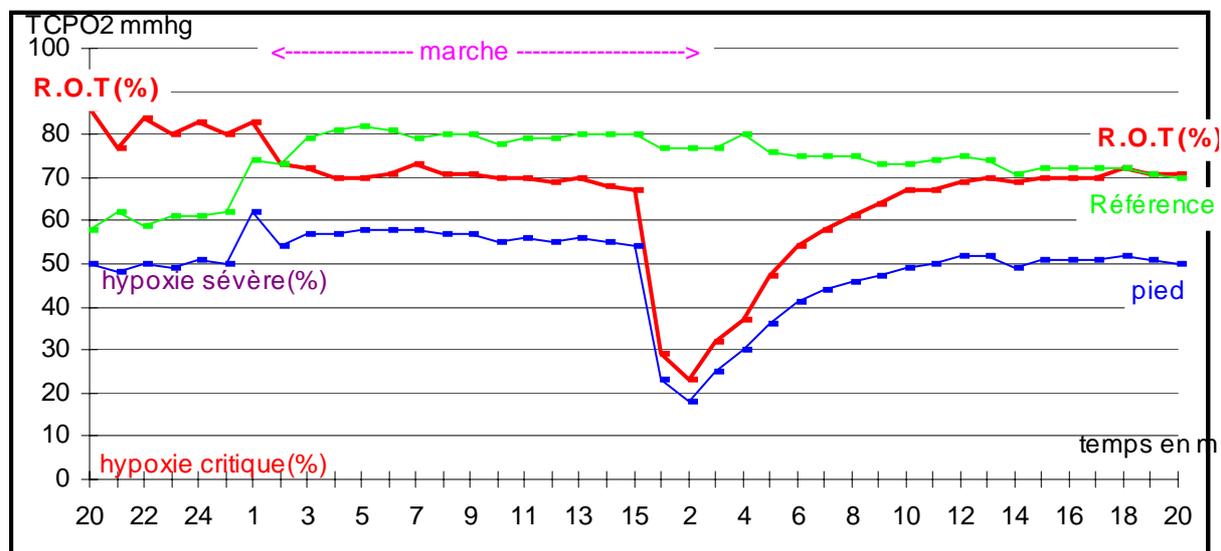
EFFORT DE MARCHÉ

Puissance	50 Watts
Vitesse	2,5 km/h
Pente (%)	11
Distance	660 mètres

PHASE DE RECUPERATION

6
mn
6
0

Plus Petit ROT	23	%
ICM	71	%
T50	360	secondes
ISD	1,3	
durée d'hypoxie sévère [ROT<50%]	360	secondes
durée d'hypoxie critique [ROT<10%]	0	secondes



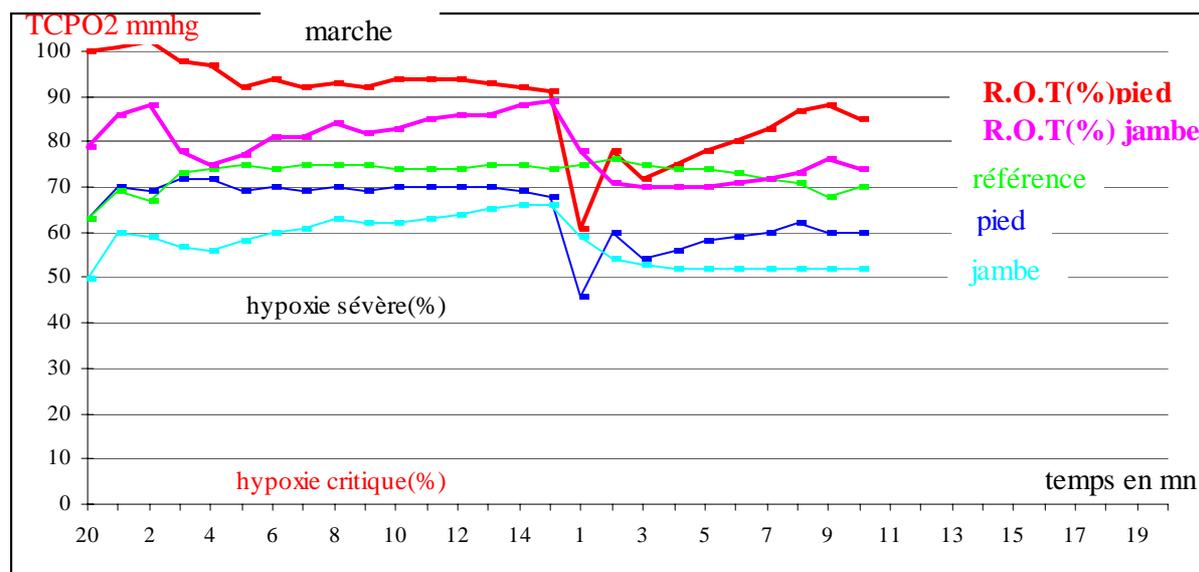
01/01/2000, OXYMETRIE DROITE, B. Simone

RESULTATS côté : droit

mesures	TCPO2 de référence (mmHg)	75	... de la
après 25 minutes	TCPO2 au niveau du pied (mmhg)	69	jambe 58
de repos en decubitus	ROT de decubitus niveau pied (%)	100	jambe 79

EFFORT DE MARCHÉ	Puissance	50 Watts
	Vitesse	2,5 km/h
	Pente (%)	10
	Distance	660 mètres

PHASE	DE	Plus Petit ROT pied	61	jambe	70
RECUPERATION		ICM (%)	39	jambe	11
		T50 (secondes)	360	jambe	480
		ISD	0,7	jambe	0,3
		durée d'hypoxie sévère			
		[ROT<50%]	0	jambe	0
		durée d'hypoxie critique			
		[ROT<10%]	0	jambe	0



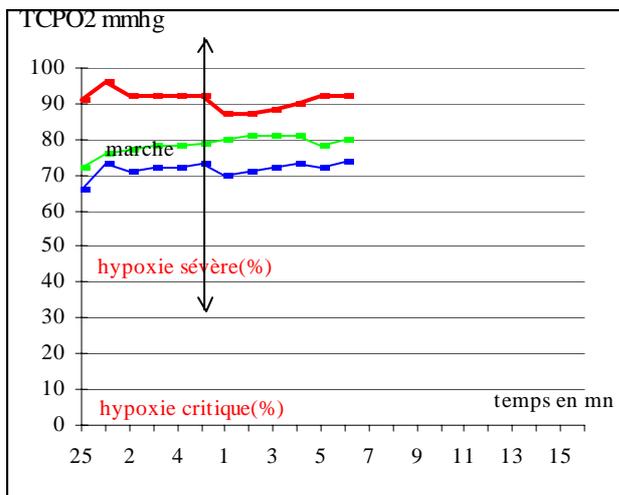
1/12/2006, OXYMETRIE DROITE , B. Simone

P H A S E D E R E P O S (20 mn decubitus)				
Niveau	référence	cuisse	jambe	pied
TcPO2 (mmhg)	72	66	51	60
Rapport Oxygén. Tissulaire		91	70	83
P H A S E d' E F F O R T		Puissance	50	watts
maximum	/ +/-	Vitesse	2,5	km/h
limité par	gene	Pente (%)	10	%
dyspnée NYHA	stade 1	Distance	220	mètres

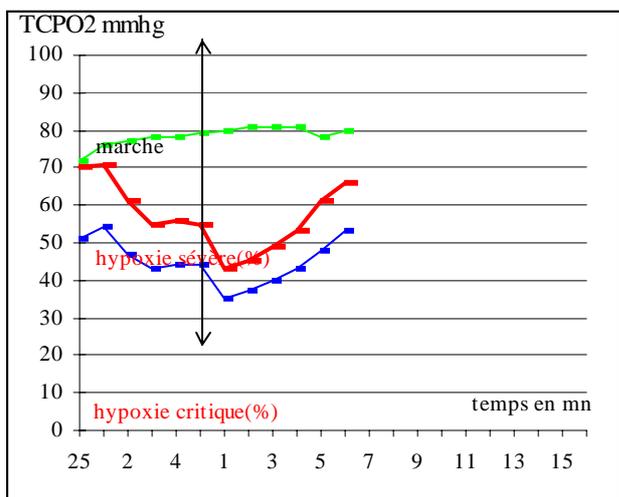
P H A S E D E R E C U P E R A T I O N				
		cuisse	jambe	pied
Plus petit ROT (%)	87		43	53
ICM (%)	4		38	36
T50 1/2 durée hypoxie	240		480	240
Hypoxie sévère (sec)	0		240	0
Hypoxie critique (sec)	0		0	0
0 < ISD < 5	0		0,9	0,4

COURBES	ROT (%)	référence	NIVEAU	Puiss 50W
---------	---------	-----------	--------	-----------

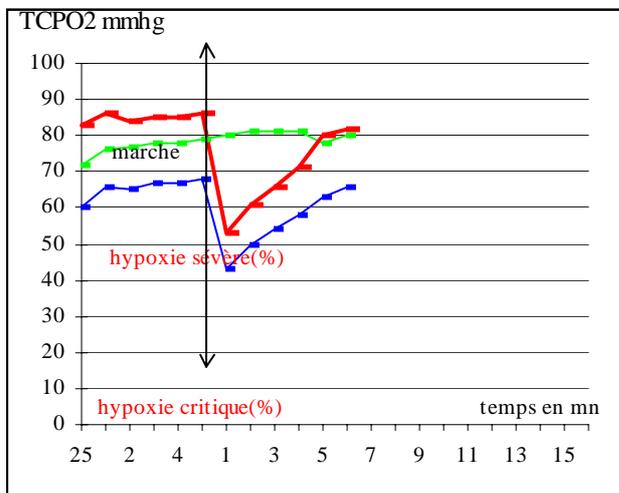
NIVEAU CUISSE



NIVEAU JAMBE



NIVEAU PIED



314 – M. G. GEORGESDDN : 03/10/38FDRCV, ATCD

- Hypercholestérolémie
- DNID connu et suivi depuis 1982
- rétrécissement aortique non serré, coronaropathie minime

HDM

- en février 1995, le patient est adressé en consultation d'angiologie pour une claudication intermittente avec douleurs siégeant au niveau des mollets prédominant à droite. Celle-ci évolue depuis environ 2 ans. Le périmètre de marche diminue progressivement depuis le début des signes.
- au vu de la situation clinique et des résultats d'imagerie une prise en charge rééducative et médicale est décidée.

EXAMENS COMPLEMENTAIRES

- échographie Doppler artérielle : lésions vasculaires multiples pluriétagées bilatérales.

AVRIL 95 : REEDUCATION* 57 ans, 83 kg, 1,70 m* Test d'oxymétrie dynamique *droit* initial

- TcPO₂ de repos : pied 46 mmHg (ROT 90 %)
- réalisé à 70 W, vitesse 3 km/h, pente 10 %
- distance parcourue par le patient : 770 m
- ICM : pied 88 %
- T50 : pied 720 sec
- DHS : pied 720 s
- DHC : pied 60 s

* Paramètres de ré entraînement

- . Marche à plat : 4 km/h, 700 m
- . Marche en pente : 3 km/h, 8 % de pente, soit 55 W, 300 m ;

* Performances en fin de programme

- . A plat : augmentation de la vitesse : 5 km/h (+ 25%)
PM à 5 km/h : 1000 m (+ 42%)
- . En pente : augmentation de la vitesse : 3,5 km/h (+ 16%)
augmentation de la pente : non

augmentation de la puissance : 70 W
PM à 3,5 km/h et 8 % : 1000 m (+ 160%)

EVOLUTION

- le patient a bénéficié jusqu'à aujourd'hui d'un suivi régulier par doppler et oxymétrie.
- il a suivi les consignes d'activité physique régulière et a bénéficié d'une prise en charge rééducative en centre annuellement.
- l'ensemble des examens et des paramètres de réentraînement est récapitulé dans le tableau qui suit.
- le seul événement notable est un alitement de 2 mois pour sciatique à l'été 1996.
- on voit qu'au fil du temps les oxymétries s'altèrent progressivement, assez lentement, et que jusqu'alors le patient a conservé une autonomie fonctionnelle.
- par ailleurs ce patient diabétique a perdu toute sensation douloureuse et les IPS sont devenus ininterprétables en raison de la médiacalcosse. On voit donc que sans l'oxymétrie il est alors difficile de doser les intensités et les durées de réentraînement.
- d'autre part ce patient est l'un de ceux qui a amené les praticiens de la Tourmaline à remettre en question le choix de leurs intensités de réentraînement. En effet ils ont pu constater à certains moments une altération fonctionnelle et oxymétrique qui les ont amenés à vouloir déterminer le niveau optimal de réentraînement afin d'éviter de générer une hypoxie délétère (hypoxie notée sur la courbe de récupération post-effort).

NOM (DDN)		M. G. Georges (03/10/38) ⁽¹⁾				
DATE		04/1995	02/1996	03/1996	11/96 - 02/97 (sciatique)	
BMI		28	29		28	
PM estimé (m)		1000-2000 m				
Echodoppler artérielle		02/95	12/95			
Angio-IRM						
Artériographie						
IPSC repos	Gauche					
	Droit					
IPSC post-effort	Gauche					
	Droit					
Date de l'oxymétrie		04/95		03/96, contrôle	11/96	
Côté de l'oxymétrie		Droit		Droit	Droit	
TcPO2 (mmHg) et ROT (%) de repos	Cuisse					
	Jambe					
	Pied	46 (90 %)		46 (100%)	44 (97%)	
TEST OXYMETRIE DYNAMIQUE	Vitesse (km/h)	3		3	3	
	Pente (%)	10 %		10%	8%	
	Puissance (W)	70 W		70W	50W	
	Dist. (m)				770 m	
	ICM (%)	Cuisse				
		Jambe				
		Pied	88		89	93
	T50 (sec)	Cuisse				
		Jambe				
		Pied	720		1020	1200
	DHS	Cuisse				
		Jambe				
		Pied	720		1020	1200
	DHC	Cuisse				
		Jambe				
Pied		60		0	360	
Dates de rééducation		04/95	02/96		02/97	
PARAMETRES DE REENTRAI- NEMENT	A plat	Vitesse	4	4	4	
		Dist.	700 m	1000 m	1000 m	
	En pente	Vitesse	3	3	3	
		Pente	8 %	8 %	8%	
		Puiss.	55 W	55 W	55W	
Dist.	300 m	600 m	800 m			
PERFORMAN- CES EN FIN DE PROGRAMME	A plat	Vitesse	5 (+ 25 %)	4.5(+12%)	4.5 (+12%)	
		Dist.	1000 m (+42%)	1000m (fixée)	1000m (fixée)	
	En pente	Vitesse	3.5 (+16%)	3.5(+16%)	3.5(+16%)	
		Pente	8 % id	7% (-)	7% (-)	
		Puiss	70 W	W	W	
		Dist.	1000m(+160%)	1000m (+66%)	1000m (+25%)	

BMI = body mass index, PM = périmètre de marche, IPSC = indice de pression systolique de cheville, ICM = indice de chute maximale, DHS = durée d'hypoxie sévère, DHC = durée d'hypoxie critique, Dist. = distance, Puiss. = puissance, HR = hypoxie de repos.

NOM (DDN)		M. G. Georges (2)				
DATE		12/97, contrôle	10/99 - 05/00	05-08/2001	04/2002	
BMI		28	28	27	27	
PM estimé (m)				Pb perception dlrse	0 douleur	
Echodoppler artérielle					12/2001	
Angio-IRM						
Artériographie						
IPSC repos	Gauche				0.75	
	Droit				0.65	
IPSC post-effort	Gauche					
	Droit					
Date de l'oxymétrie			10/99	05/2001	04/2002	
Côté de l'oxymétrie		Droit	Droit	Droit	Droit	
TcPO2 (mmHg) et ROT (%) de repos	Cuisse					
	Jambe	37 (75%)	28 (62%)	21 (103%)	30(106%)	
	Pied	43 (87%)	41 (91%)	45 (160%)	44(133%)	
TEST OXYMETRIE DYNAMIQUE	Vitesse (km/h)		3	3	3	3
	Pente (%)		8%	8%	8%	8%
	Puissance (W)		50W	50W	50W	50W
	Dist. (m)		770 m	770 m	770 m	770 m
	ICM (%)	Cuisse				
		Jambe	70	93	89	91
		Pied	87	100	96	97
	T50 (sec)	Cuisse				
		Jambe	1260	1080	960	900
		Pied	1080	900	900	900
	DHS	Cuisse				
		Jambe	1260		900	840
		Pied	1080	900	720	780
	DHC	Cuisse				
		Jambe	0	600	0	240
Pied		0	480	240	540	
Dates de rééducation			05/2000	08/2001		
PARAMETRES DE REENTRAI- NEMENT	A plat	Vitesse	3	3		
		Dist.	1000 m	1000 m		
	En pente	Vitesse	3	3		
		Pente	9%	9%		
		Puiss.	55W	55W		
Dist.	800 m	800 m				
PERFORMAN- CES EN FIN DE PROGRAMME	A plat	Vitesse	4.5(+50%)	4 (+33%)		
		Dist.	1000m (fixée)	1000m (fixé)		
	En pente	Vitesse	3.5(+16%)	3.5(+16%)		
		Pente	7%(-)	7% (-)		
		Puiss	W	W		
Dist.	1000m(+25%)	1000m (+25%)				

BMI = body mass index, PM = périmètre de marche, IPSC = indice de pression systolique de cheville, ICM = indice de chute maximale, DHS = durée d'hypoxie sévère, DHC = durée d'hypoxie critique, Dist. = distance, Puiss. = puissance, HR = hypoxie de repos.

NOM (DDN)		M. G. Georges (3)				
DATE		09/2002	07/03 - 01/04	10/2004	01/2005	
BMI		27	27	27	26	
PM estimé (m)		0 douleur	0 douleur	0 douleur	0 douleur	
Echodoppler artérielle		12/2002	09/03	12/2004		
Angio-IRM						
Artériographie						
IPSC repos	Gauche	médiacalcose	0.55	Média	0.8	Média
	Droit		0.5	calcose	0.75	calcose
IPSC post-effort	Gauche					
	Droit					
Date de l'oxymétrie		09/2002	07/03	10/2004	01/2005	
Côté de l'oxymétrie		Droit	Droit	Droit	Droit	
TcPO2 (mmHg) et ROT (%) de repos	Cuisse		44(82%)			
	Jambe	26(72%)	43(80%)	42(117%)	40(88%)	
	Pied	49(102%)	30(92%)	56(137%)	52(83%)	
TEST OXYMETRIE DYNAMIQUE	Vitesse (km/h)	2.5	2.5	2.5	2.5	
	Pente (%)	8%	8%	8%	5%	
	Puissance (W)	40W	40W	40W	24W	
	Dist. (m)	670 m	670 m	670 m	670 m	
	ICM (%)	Cuisse		39		
		Jambe	58	63	62	48
		Pied	93	80	89	67
	T50 (sec)	Cuisse		660		
		Jambe	480	660	600	300
		Pied	540	780	600	300
	DHS	Cuisse		0		
		Jambe	480	600	240	120
		Pied	540	720	480	300
	DHC	Cuisse		0		
		Jambe	0	0	0	0
Pied		120	0	0	0	
Dates de rééducation		09/2002	01/2004			
PARAMETRES DE REENTRAI-NEMENT	A plat	Vitesse	3	3		
		Dist.	1000 m	1000 m		
	En pente	Vitesse	2.5	2.5		
		Pente	8%	8%		
		Puiss.	40W	40W		
	Dist.	500 m	700 m			
PERFORMANCES EN FIN DE PROGRAMME	A plat	Vitesse	3.5(+16%)	3.2(+6%)		
		Dist.	1000m(fixée)	1000m(fixée)		
	En pente	Vitesse	2.5 id	2.5(%) id		
		Pente	8% id	8% id		
		Puiss	W	W		
	Dist.	1000m(+100%)	1000m(+42%)			

BMI = body mass index, PM = périmètre de marche, IPSC = indice de pression systolique de cheville, ICM = indice de chute maximale, DHS = durée d'hypoxie sévère, DHC = durée d'hypoxie critique, Dist. = distance, Puiss. = puissance, HR = hypoxie de repos.

NOM (DDN)		M. G. Georges (4)			
DATE		10/05 – 02/06	10/2006	01/2007	
BMI		27	26	26	
PM estimé (m)		0 douleur	0 douleur	0 douleur	
Echodoppler artérielle					
Angio-IRM					
Artériographie					
IPSC repos	Gauche				
	Droit				
IPSC post-effort	Gauche				
	Droit				
Date de l'oxymétrie		10/2005	10/2006	01/2007	
Côté de l'oxymétrie		Droit	Droit	Droit	
TcPO2 (mmHg) et ROT (%) de repos	Cuisse	35(74%)		34(72%)	
	Jambe	27(65%)	41(89%)	50(106%)	
	Pied	50(97%)	56(108%)	41(87%)	
TEST OXYMETRIE DYNAMIQUE	Vitesse (km/h)	2.5	2.5	2.5	
	Pente (%)	2%	5%	2%	
	Puissance (W)	9W	25W	10W	
	Dist. (m)	670 m	670 m	220 m	
	ICM (%)	Cuisse	25		8
		Jambe	78	53	30
		Pied	70	75	41
	T50 (sec)	Cuisse	480		180
		Jambe	480	300	360
		Pied	360	300	300
	DHS	Cuisse	0		0
		Jambe	600	180	0
		Pied	360	240	0
	DHC	Cuisse	0		0
		Jambe	0	0	0
Pied		0	0	0	
Dates de rééducation		01-02/2006		01/2007	
PARAMETRES DE REENTRAI-NEMENT	A plat	Vitesse	2.5	2.7	
		Dist.	1000 m	750 m	
	En pente	Vitesse	2.5	2.5	
		Pente	2%	2%	
		Puiss.	10W	10W	
	Dist.	700 m	200 m		
PERFORMANCES EN FIN DE PROGRAMME	A plat	Vitesse	3(+20%)	3.2 (+28%)	
		Dist.	1000m(fixée)	1000 m (fixée)	
	En pente	Vitesse	2.5 (id.)	2.5 (id.)	
		Pente	2%	2% (id.)	
		Puiss	W	W	
	Dist.	1000m(+42%)	1000m(+400%)		

BMI = body mass index, PM = périmètre de marche, IPSC = indice de pression systolique de cheville, ICM = indice de chute maximale, DHS = durée d'hypoxie sévère, DHC = durée d'hypoxie critique, Dist. = distance, Puiss. = puissance, HR = hypoxie de repos.

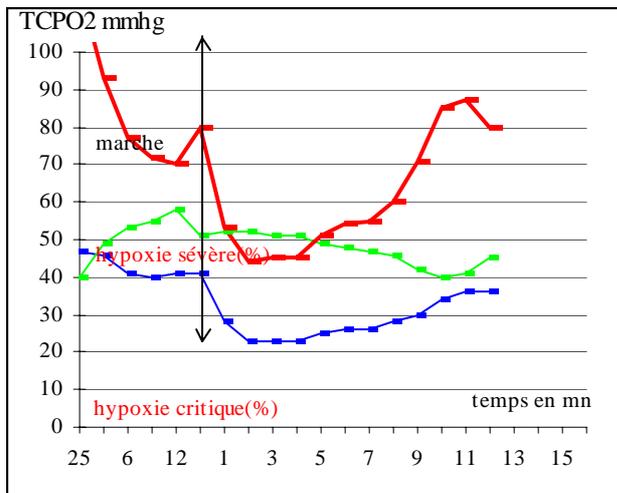
G.Georges, OXYMETRIE DROITE 09/09/2004

P H A S E D E R E P O S (20 mn decubitus)				
Niveau	référence	cuisse	jambe	pied
TcPO2 (mmhg)	40		47	55
Rapport Oxygén. Tissulaire			117	137
P H A S E d' E F F O R T		Puissance	40	watts
maximum	non	Vitesse	2,5	km/h
limité par	opérateur	Pente (%)	8	%
dyspnée NYHA	1	Distance	670	mètres
	non douloureux			

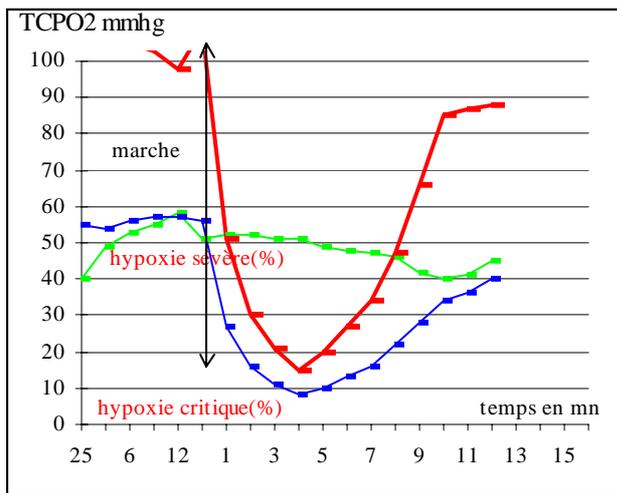
P H A S E D E R E C U P E R A T I O N			
	cuisse	jambe	pied
Plus petit ROT (%)		44	15
ICM (%)		62	89
T50 1/2 durée hypoxie		600	600
Hypoxie sévère (sec)		240	480
Hypoxie critique (sec)		0	0
0 < ISD < 5		1,9	2,7

COURBES	ROT (%)	référence	NIVEAU	Puiss 40W
---------	---------	-----------	--------	-----------

NIVEAU JAMBE



NIVEAU PIED



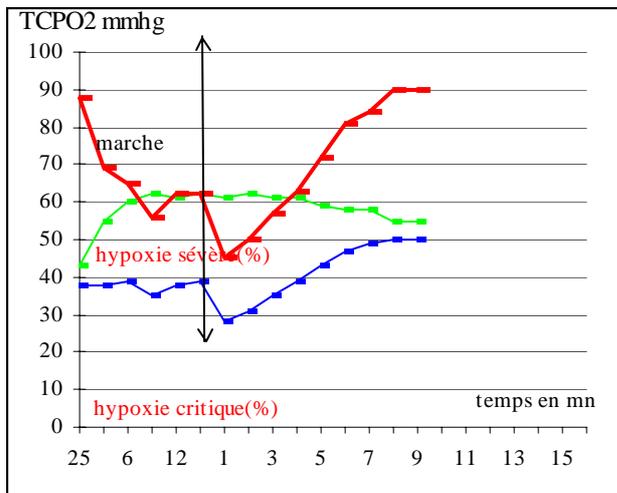
G.Georges, OXYMETRIE DROITE 18/01/2005

P H A S E D E R E P O S (20 mn decubitus)				
Niveau	référence	cuisse	jambe	pied
TcPO2 (mmhg)	43		38	36
Rapport Oxygén. Tissulaire			88	83
P H A S E d' E F F O R T		Puissance	25	watts
maximum	non	Vitesse	2,5	km/h
limité par	opérateur	Pente (%)	5	%
dyspnée NYHA	1	Distance	670	mètres
	non douloureux			

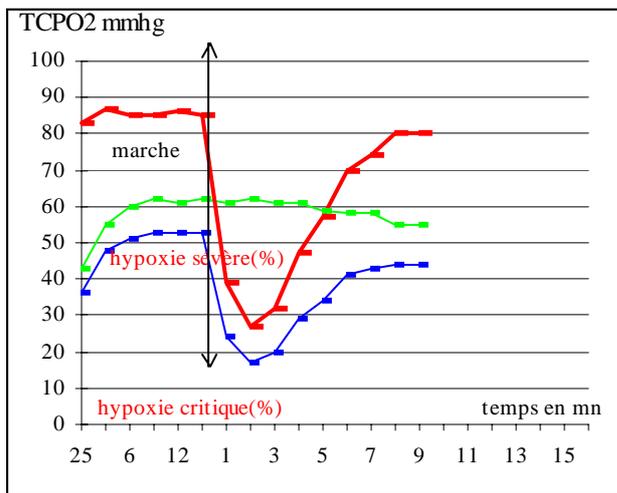
P H A S E D E R E C U P E R A T I O N			
	cuisse	jambe	pied
Plus petit ROT (%)		45	27
ICM (%)		48	67
T50 1/2 durée hypoxie		300	300
Hypoxie sévère (sec)		120	300
Hypoxie critique (sec)		0	0
0 < ISD < 5		0,7	1

COURBES	ROT (%)	référence	NIVEAU	Puiss 25W
---------	---------	-----------	--------	-----------

NIVEAU JAMBE



NIVEAU PIED



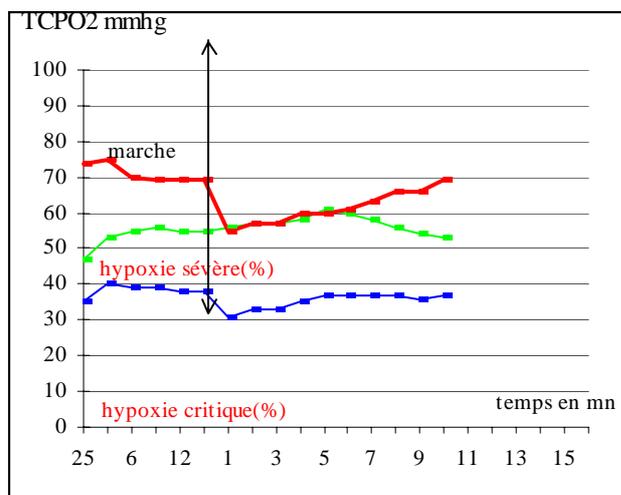
G.Georges, OXYMETRIE DROITE 27/10/2005

P H A S E D E R E P O S (20 mn decubitus)				
Niveau	référence	cuisse	jambe	pied
TcPO2 (mmhg)	47	35	31	46
Rapport Oxygén. Tissulaire		74	65	97
P H A S E d' E F F O R T		Puissance	25	watts
maximum	non	Vitesse	2,5	km/h
limité par	opérateur	Pente (%)	5	%
dyspnée NYHA	non douloureux	Distance	670	mètres

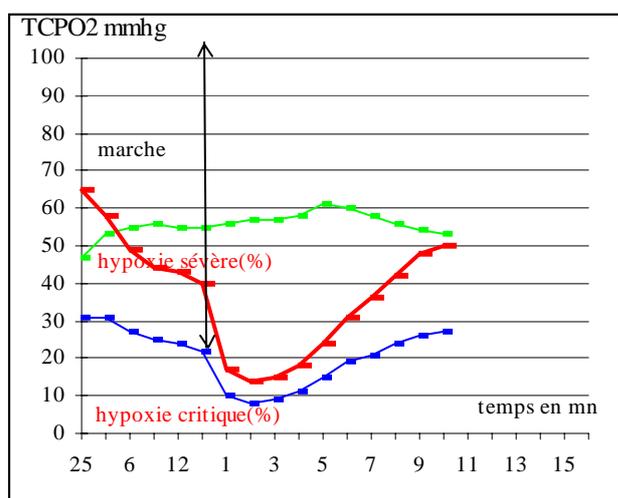
P H A S E D E R E C U P E R A T I O N				
		cuisse	jambe	pied
Plus petit ROT (%)	55		14	29
ICM (%)	25		78	70
T50 1/2 durée hypoxie	480		480	420
Hypoxie sévère (sec)	0		600	360
Hypoxie critique (sec)	0		0	0
0 < ISD < 5	0,6		1,9	1,5

COURBES	ROT (%)	référence	NIVEAU	Puiss 25W
---------	---------	-----------	--------	-----------

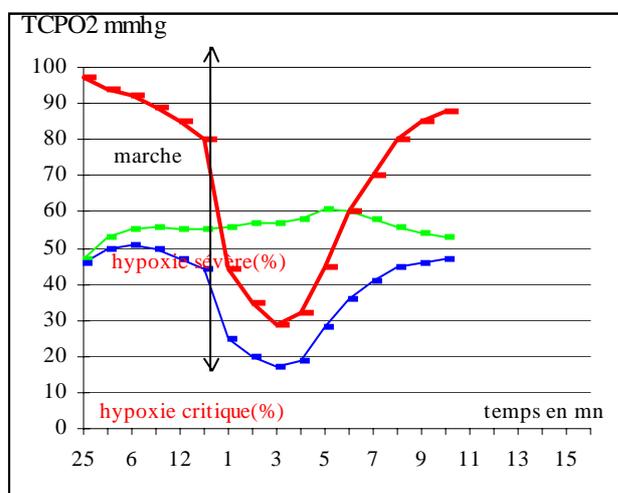
NIVEAU CUISSE



NIVEAU JAMBE



NIVEAU PIED



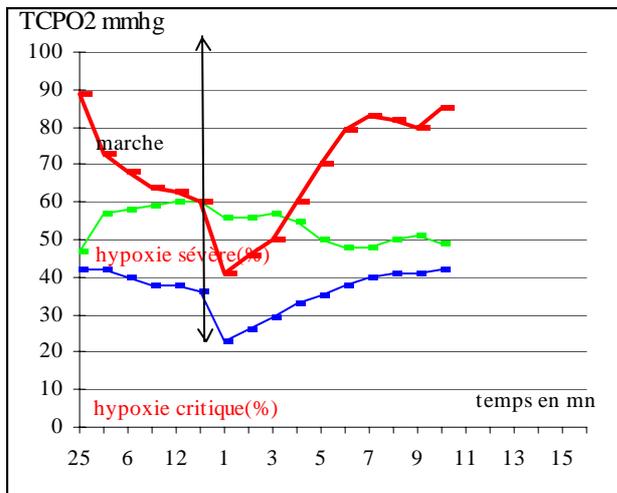
G.Georges, OXYMETRIE DROITE 06/10/2006

P H A S E D E R E P O S (20 mn decubitus)				
Niveau	référence	cuisse	jambe	pied
TcPO2 (mmhg)	47		42	51
Rapport Oxygén. Tissulaire			89	108
P H A S E d' E F F O R T		Puissance	25	watts
maximum	non	Vitesse	2,5	km/h
limité par	opérateur	Pente (%)	5	%
dyspnée NYHA	1	Distance	670	mètres
	non douloureux			

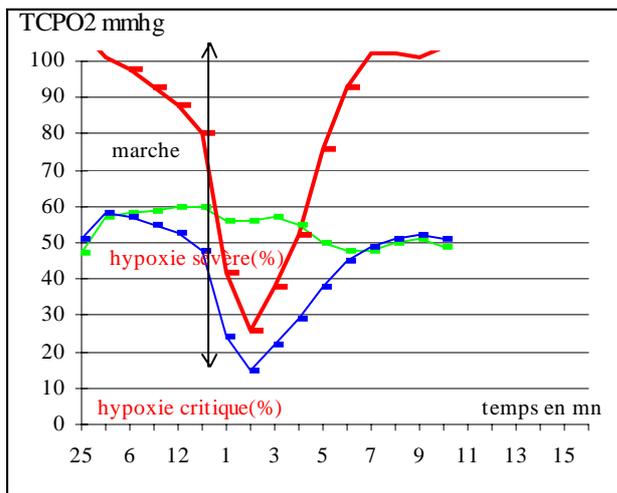
P H A S E D E R E C U P E R A T I O N			
	cuisse	jambe	pied
Plus petit ROT (%)		41	26
ICM (%)		53	75
T50 1/2 durée hypoxie		300	300
Hypoxie sévère (sec)		180	240
Hypoxie critique (sec)		0	0
0 < ISD < 5		0,8	1,1

COURBES	ROT (%)	référence	NIVEAU	Puiss 25W
---------	---------	-----------	--------	-----------

NIVEAU JAMBE



NIVEAU PIED



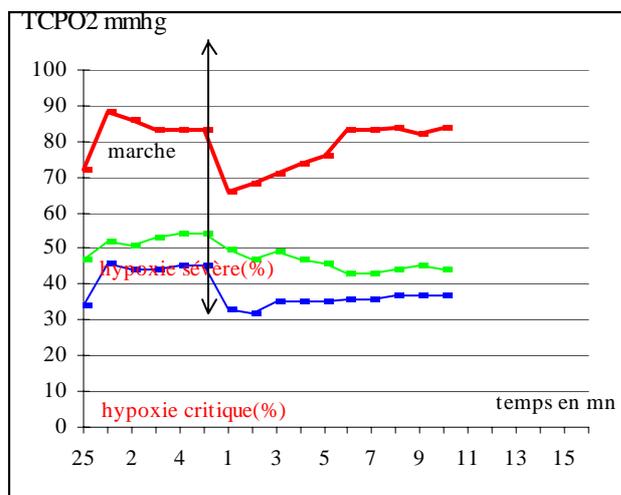
G.Georges, OXYMETRIE DROITE 02/02/2007

P H A S E D E R E P O S (20 mn decubitus)				
Niveau	référence	cuisse	jambe	pied
TcPO2 (mmhg)	47	34	50	41
Rapport Oxygén. Tissulaire		72	106	87
P H A S E d' E F F O R T		Puissance	10	watts
maximum	+/-	Vitesse	2,5	km/h
limité par	gene	Pente (%)	2	%
dyspnée NYHA	stade 2	Distance	220	mètres

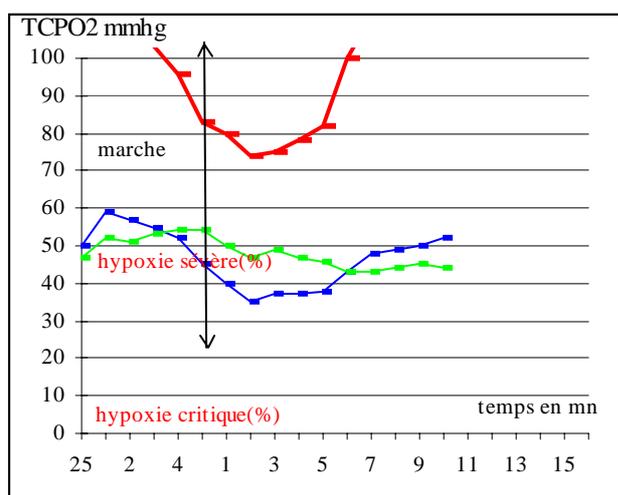
P H A S E D E R E C U P E R A T I O N				
		cuisse	jambe	pied
Plus petit ROT (%)	66		74	51
ICM (%)	8		30	41
T50 1/2 durée hypoxie	180		360	300
Hypoxie sévère (sec)	0		0	0
Hypoxie critique (sec)	0		0	0
0 < ISD < 5	0,1		0,5	0,6

COURBES	ROT (%)	référence	NIVEAU	Puiss 10W
---------	---------	-----------	--------	-----------

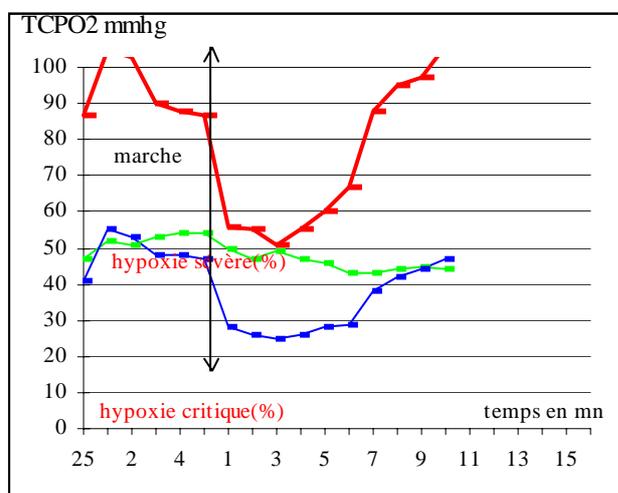
NIVEAU CUISSE



NIVEAU JAMBE



NIVEAU PIED



32 – PRISE EN CHARGE MEDICOCHIRURGICALE ET PHYSIQUE

321 – M. M. JEAN-PIERRE

DDN : 02/01/1929

FDRCV, ATCD

- tabagisme sévère depuis une vingtaine d'années
- HTA
- DNID

HDM

- claudication glutéale (fessière) bilatérale sur des lésions iliaques
- artérite distale des artères fessières supérieures et inférieures
- lésions multi-étagées des membres inférieurs
- angioplastie iliaque interne droite avec pose de stent en octobre 2006
- peu d'amélioration de la douleur droite suite à l'intervention
- donc pas d'intervention à gauche et patient adressé au médecin rééducateur pour prise en charge rééducative

JANVIER – FEVRIER 2007 : REEDUCATION

* 78 ans, 78 kg, 1,69 m, BMI 27

* Vitesse confortable de marche en pente déterminée préalablement : 2 km/h

* Test d'oxymétrie dynamique initial droit (27/01/07)

- TcPO₂ de repos : cuisse 49 mmHg (ROT 113 %) , jambe 36 mmHg (ROT 83 %) , pied 47 mmHg (ROT 109 %)
- réalisé à 35 W, vitesse 2 km/h, pente 8 %
- distance parcourue par le patient sur 5 min : 170 m
- symptômes ressentis à la fin du test : gêne, dyspnée stade 2
- ICM : cuisse 8 %, jambe 8 %, pied 23 %
- T50 : cuisse 180 s, jambe 180 s, pied 300 sec
- DHS : cuisse 0 , jambe 0 , pied 0
- DHC : cuisse 0 , jambe 0 , pied 0

* PM à plat : à 2 km/h : 500 m

* PM en pente : à 2 km/h et 5 % de pente : 120 m

* Paramètres de ré entraînement

- . Marche à plat : 2 km/h, 75 % de 500 m soit 350 m ; augmentation progressive de la distance puis de la vitesse
- . Marche en pente : 2 km/h, 6 % de pente soit 25 W, 120 m, augmentation progressive de la

distance

* Performances en fin de programme

. A plat : augmentation de la vitesse : 2,5 km/h (+ 25 %)
PM à 2,5 km/h : 1000 m (+ 185 %)

. En pente : augmentation de la vitesse : 0
augmentation de la pente : 0
PM à 2 km/h et 6 % : 700 m (+ 483 %)

* Consultation de fin de soins : rien de plus.

NOM (DDN)		M. M. Jean-Pierre (02/01/1929)		
DATE		01-02/07		
BMI		27		
PM estimé (m)		M		
Echodoppler artérielle				
Angio-IRM				
Artériographie				
IPSC repos	Gauche			
	Droit			
IPSC post-effort	Gauche			
	Droit			
Date de l'oxymétrie		27/01/07		
Côté de l'oxymétrie		Droit		
TcPO2 (mmHg) et ROT (%) de repos	Cuisse	49(113%)		
	Jambe	36(83%)		
	Pied	47(109%)		
TEST OXYMETRIE DYNAMIQUE	Vitesse (km/h)	2		
	Pente (%)	8%		
	Puissance (W)	35W		
	Dist. (m)	170m		
	ICM (%)	Cuisse	8	
		Jambe	8	
		Pied	23	
	T50 (sec)	Cuisse	180	
		Jambe	180	
		Pied	300	
	DHS	Cuisse	0	
		Jambe	0	
		Pied	0	
	DHC	Cuisse	0	
		Jambe	0	
Pied		0		
Dates de rééducation		02/2007		
PARAMETRES DE REENTRAI- NEMENT	A plat	Vitesse	2	
		Dist.	350m	
	En pente	Vitesse	2	
		Pente	6%	
		Puiss.	25W	
	Dist.	120m		
PERFORMAN- CES EN FIN DE PROGRAMME	A plat	Vitesse	2.5(+25%)	
		Dist.	1000m(+185%)	
	En pente	Vitesse	2 id	
		Pente	6% id	
		Puiss	W	
	Dist.	700m(+483%)		

BMI = body mass index, PM = périmètre de marche, IPSC = indice de pression systolique de cheville, ICM = indice de chute maximale, DHS = durée d'hypoxie sévère, DHC = durée d'hypoxie critique, Dist. = distance, Puiss. = puissance, HR = hypoxie de repos.

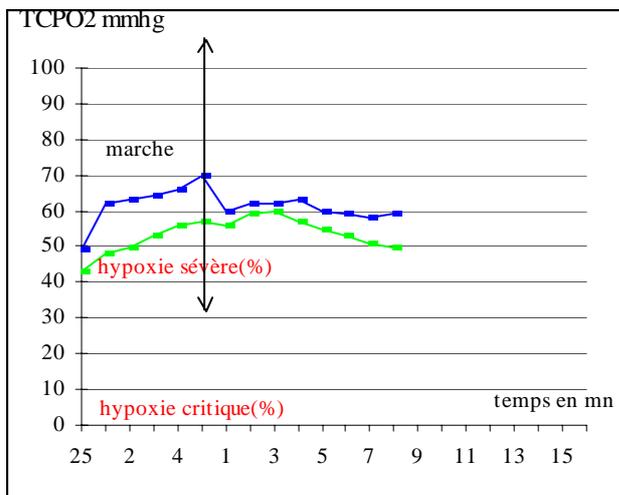
27/01/2007, OXYMETRIE DROITE, M. Jean-Pierre

P H A S E D E R E P O S (20 mn decubitus)				
Niveau	référérence	cuisse	jambe	pied
TcPO2 (mmhg)	43	49	36	47
Rapport Oxygén. Tissulaire		113	83	109
P H A S E d' E F F O R T		Puissance	35	watts
maximum	oui	Vitesse	2	km/h
limité par	gêne	Pente (%)	8	%
dyspnée NYHA	stade 2	Distance	170	mètres

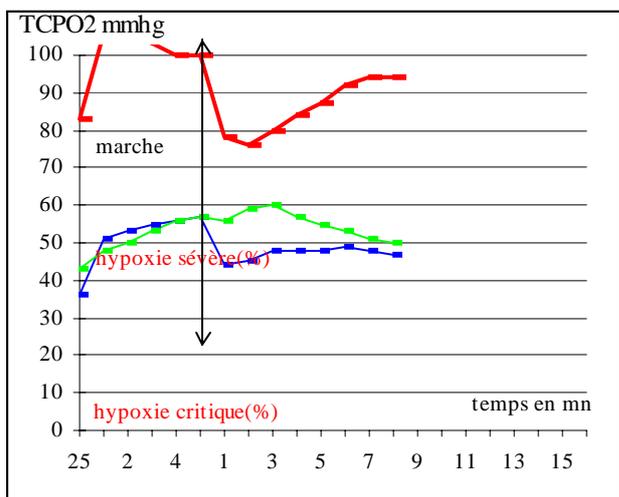
P H A S E D E R E C U P E R A T I O N				
		cuisse	jambe	pied
Plus petit ROT (%)	103		76	83
ICM (%)	8		8	23
T50 1/2 durée hypoxie	180		180	300
Hypoxie sévère (sec)	0		0	0
Hypoxie critique (sec)	0		0	0
0 < ISD < 5	0,1		0,1	0,3

COURBES	ROT (%)	référence	NIVEAU	Puiss 35W
---------	---------	-----------	--------	-----------

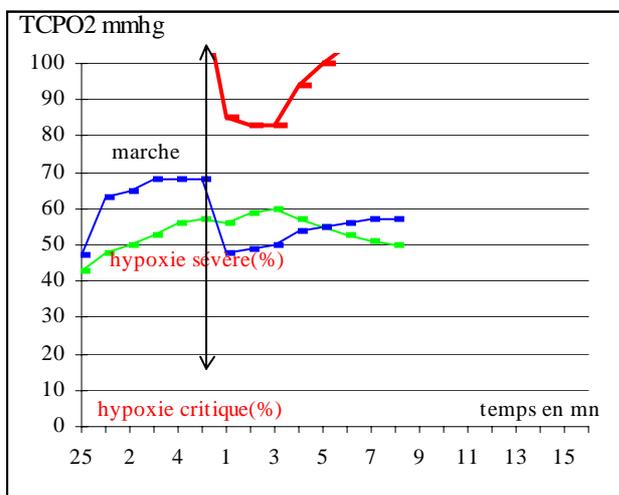
NIVEAU CUISSE



NIVEAU JAMBE



NIVEAU PIED



322 – M. H. JEAN-JACQUESDDN : 01/03/1958FDRCV, ATCD

- tabagisme non sevré
- dyslipidémie
- HTA

HDM

- claudication intermittente depuis plusieurs années.
- 2000 : angioplastie iliaque externe bilatérale associée à la pose de stents.
- dans les suites la symptomatologie s'est tout d'abord améliorée puis à partir du 9^{ème} mois post-intervention la claudication intermittente est progressivement réapparue.
- aggravation progressive de la symptomatologie au fil des années.
- mars 2006, consultation de chirurgie vasculaire : claudication intermittente surale droite, sténoses iliaques externes bilatérales intrastent.
- PM estimé : 200 m.
- au vu de la situation clinique et des examens complémentaires, conduite thérapeutique : dilatation iliaque externe bilatérale suivi d'une prise en charge rééducative ; prise en charge en centre anti-tabac.

EXAMENS COMPLEMENTAIRES

sténoses iliaques externes bilatérales intrastent

NOVEMBRE – DECEMBRE 2006 : REEDUCATION* 49 ans, 70 kg, 1,83 m, BMI 21* Vitesse confortable de marche en pente déterminée préalablement : 3,5 km/h* Test d'oxymétrie dynamique initial gauche (11/09/06)

- TcPO₂ de repos : cuisse 58 mmHg (ROT 105 %) , jambe 56 mmHg (ROT 101 %) , pied 40 mmHg (ROT 72 %)
- réalisé à 65 W, vitesse 3,5 km/h, pente 10 %
- distance parcourue par le patient sur 5 min : 300 m
- symptômes ressentis à la fin du test : douleur du mollet
- ICM : cuisse 24 %, jambe 11 % , pied 93 %
- T50 : cuisse 720 s, jambe 0, pied 840 sec
- DHS : cuisse 0 , jambe 0 , pied 900 s
- DHC : cuisse 0 , jambe 0 , pied 420 s

* Paramètres de ré entraînement

. Marche à plat : 3 km/h, 1000 m ; augmentation progressive de la vitesse

. Marche en pente : 3 km/h, 2 % de pente, soit 10 W, 400 m ; augmentation progressive de la distance, de la vitesse et de la pente

* Performances en fin de programme

. A plat : augmentation de la vitesse : à 4 km/h (+ 33%)
PM à 4 km/h : 1000 m

. En pente : augmentation de la vitesse : à 3,7 km/h (+ 23%)
augmentation de la pente : à 4%
PM à 3,7 km/h et 4 % : 1000 m (+ 150%)

* Consultation de fin de soins : diminution tabagisme à 3 cigarettes par jour.

NOM (DDN)		M. H. Jean-Jacques (01/03/1958)		
DATE		09-12/2006		
BMI		21		
PM estimé (m)		200m		
Echodoppler artérielle				
Angio-IRM				
Artériographie				
IPSC repos	Gauche			
	Droit			
IPSC post-effort	Gauche			
	Droit			
Date de l'oxymétrie		11/09/2006		
Côté de l'oxymétrie		Gauche		
TcPO2 (mmHg) et ROT (%) de repos	Cuisse	58(105%)		
	Jambe	56(101%)		
	Pied	40(72%)		
TEST OXYMETRIE DYNAMIQUE	Vitesse (km/h)	3.5		
	Pente (%)	10%		
	Puissance (W)	65W		
	Dist. (m)	300m		
	ICM (%)	Cuisse	24	
		Jambe	11	
		Pied	93	
	T50 (sec)	Cuisse	720	
		Jambe	0	
		Pied	840	
	DHS	Cuisse	0	
		Jambe	0	
		Pied	900	
	DHC	Cuisse	0	
		Jambe	0	
Pied		420		
Dates de rééducation		11-12/2006		
PARAMETRES DE REENTRAI- NEMENT	A plat	Vitesse	3	
		Dist.	1000m	
	En pente	Vitesse	3	
		Pente	2%	
		Puiss.	10W	
	Dist.	400m		
PERFORMAN- CES EN FIN DE PROGRAMME	A plat	Vitesse	4(+33%)	
		Dist.	1000m(fixée)	
	En pente	Vitesse	3.7(+23%)	
		Pente	4%	
		Puiss	W	
	Dist.	1000m(+150%)		

BMI = body mass index, PM = périmètre de marche, IPSC = indice de pression systolique de cheville, ICM = indice de chute maximale, DHS = durée d'hypoxie sévère, DHC = durée d'hypoxie critique, Dist. = distance, Puiss. = puissance, HR = hypoxie de repos.

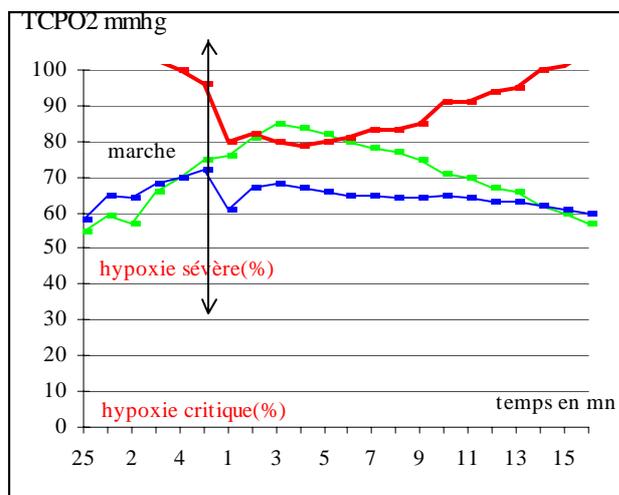
11/09/2006, OXYMETRIE GAUCHE, H. Jean-Jacques

P H A S E D E R E P O S (20 mn decubitus)				
Niveau	référence	cuisse	jambe	pied
TcPO2 (mmhg)	55	58	56	40
Rapport Oxygén. Tissulaire		105	101	72
P H A S E d' E F F O R T				
maximum	+/-	Puissance	65	watts
limité par : douleur 3ceps		Vitesse	3,5	km/h
dyspnée NYHA	stade 2	Pente (%)	10	%
		Distance	300	mètres

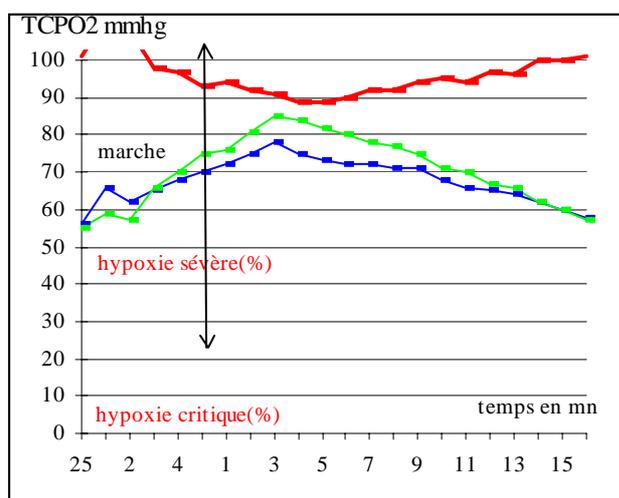
P H A S E D E R E C U P E R A T I O N				
		cuisse	jambe	pied
Plus petit ROT (%)	79		89	5
ICM (%)	24		11	93
T50 1/2 durée hypoxie	720		0	840
Hypoxie sévère (sec)	0		0	900
Hypoxie critique (sec)	0		0	420
0 < ISD < 5	0,9		0	3,9

COURBES	ROT (%)	référence	NIVEAU	Puiss 65W
---------	---------	-----------	--------	-----------

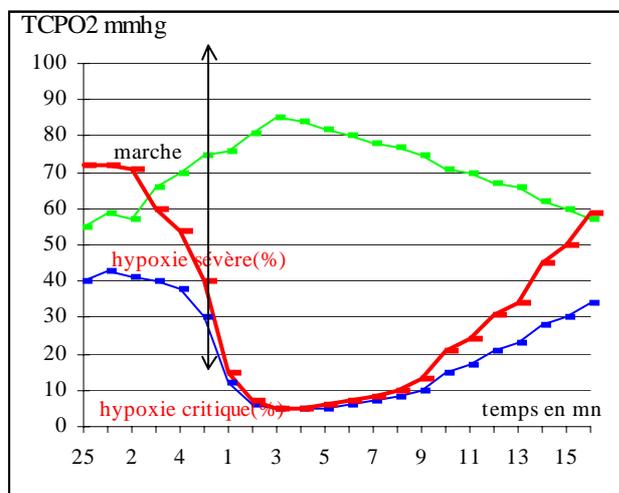
NIVEAU CUISSE



NIVEAU JAMBE



NIVEAU PIED



33 – PRISE EN CHARGE MEDICOPHYSIQUE EN ALTERNATIVE A UNE NOUVELLE CHIRURGIE

33 – M. D.C. DANIEL

DDN 16/04/48

ANTECEDENTS (ATCD)

- HTA traitée
- pas de tabagisme
- opéré des 2 épaules en 2002

HISTOIRE DE LA MALADIE (HDM)

- 03/02/06 : tentative de désobstruction fémoro-poplitée droite, thrombectomie limitée de l'artère fémorale superficielle, pontage fémoro-tibial postérieur droit en veine saphène interne homolatérale non inversée.
- 05/02/06 : occlusion du pontage
- 07/02/06 : reprise chirurgicale : thrombectomie de pontage fémoro-tibial postérieur droit et réfection de l'anastomose.
- 08/02/06 : contrôle Doppler satisfaisant, bon fonctionnement du pontage, altération du lit d'aval distal.
- contrôle Doppler : réocclusion du pontage.
- mi-février 2006, reprise en hospitalisation : ischémie limitée avec notamment douleurs modérées, déficit sensitif et moteur minime ; donc traitement médical seul puis rééducation.
- 30/05/06, consultation de contrôle d'angiologie : stade 2 ; PM estimé de 150 m avec canne anglaise du côté gauche ; pouls distaux droits non perçus, pas de souffle sur les trajets artériels ; situation clinique stabilisée et imagerie ne montrant pas de réaggravation ; rééducation.

EXAMENS COMPLEMENTAIRES

- Echographie Doppler 30/05/06 :

- aorte abdominale : surcharge athéromateuse modérée
- à droite : artères iliaques perméables de bon flux ; fémorale profonde de flux correct ; fémorale superficielle thrombosée sur ses 2/3 supérieurs reperfusée partiellement sur son 1/3 inférieurs ; artère poplitée entièrement thrombosée ; 3 axes jambiers reperfusés à la cheville, amortis.
IPSC 0,71.
- à gauche : iliaques perméables de bon flux ; surcharge modérée des axes distaux ; bon flux poplité. IPSC 1,14.
- conclusion : relative amélioration de la perfusion du membre inférieur droit avec reperfusion partielle du 1/3 inférieur de la fémorale superficielle et amélioration de la perfusion des axes jambiers.

JANVIER 2007 : REEDUCATION

* 58 ans, 92 kg, 1,7 m, BMI 32

* Vitesse confortable de marche en pente déterminée préalablement : 3 km/h

* Test d'oxymétrie dynamique initial droit (09/01/2007)

- TcPO₂ de repos : cuisse 58 mmHg (ROT 116 %), jambe 58 mmHg (ROT 116 %), pied 45 mmHg (ROT 90 %)
- réalisé à 60 W, vitesse 3 km/h, pente 8 %
- distance parcourue par le patient sur 5 min : 270 m
- symptômes ressentis à la fin du test : gêne des membres inférieurs, dyspnée stade 1 NYHA
- ICM : cuisse – 6 %, jambe 19 %, pied 35 %
- T50 : cuisse 0, jambe 300 sec, pied 300 sec
- durée d'hypoxie sévère (DHS) : cuisse 0, jambe 0, pied 0
- durée d'hypoxie critique (DHC) : cuisse 0, jambe 0, pied 0

* Périmètre de marche (distance maximale de claudication) à plat : à 3,5 km/h : 1000 m
à 4 km/h : 1000 m à la deuxième semaine

* PM en pente : à 2,7 km/h et 7 % de pente : 1000 m
à 3 km/h et 7% de pente : 1000 m à la deuxième semaine
à 3 km/h et 10% de pente : 1000 m à la troisième semaine

* Paramètres de ré entraînement

- Marche à plat : 3,5 km/h, 75 % de 1000 m soit 750 m ; augmentation progressive de la vitesse à 4 km/h puis de la distance
- Marche en pente : 2,7 km/h, 7 % de pente soit 50 W, d'emblée à 75 % de 1000 m (PM en pente) soit 750 m (symptômes minimes lors du test d'effort initial) ; augmentation de la vitesse à 3km/h à la deuxième semaine, augmentation de la pente à 10 % à la troisième semaine

* Performances en fin de programme

- En fin de programme, à 3 km/h et 10 % de pente le patient se retrouve capable de marcher sur une distance extrêmement longue.
- A plat : augmentation de la vitesse : 4 km/h (+ 33%)
PM à 4 km/h : 1000 m (fixée)
- En pente : augmentation de la vitesse : non
augmentation de la pente : 8%
augmentation de la puissance : 60 W
PM à 3 km/h et 8 % soit 60 W : 1000 m (+ 270%)

* Conclusion : rien de plus.

NOM		M. D. C. Daniel (DDN 16/04/48)		
DATE de rééducation		01/2007		
BMI		32		
PM estimé (m)		150		
Echodoppler artérielle		05/2006		
Angio- IRM				
Artériographie				
IPSC repos	Gauche	1.14		
	Droit	0.71		
IPSC post-effort	Gauche			
	Droit			
Date de l'oxymétrie		09/01/2007		
Côté de l'oxymétrie		Droit		
TcPO2 (mmHg) et ROT (%) de repos	Cuisse	58 (116 %)		
	Jambe	58 (116 %)		
	Pied	45 (90 %)		
TEST OXYMETRIE DYNAMIQUE	Vitesse (km/h)	3		
	Pente (%)	8 %		
	Puissance (W)	60		
	Distance (m)	270		
	ICM (%)	Cuisse	- 6 %	
		Jambe	19 %	
		Pied	35 %	
	T50 (sec)	Cuisse	0	
		Jambe	300	
		Pied	300	
	DHS	Cuisse	0	
		Jambe	0	
		Pied	0	
	DHC	Cuisse	0	
		Jambe	0	
Pied		0		
Dates de rééducation				
PARAMETRES DE REENTRAI- NEMENT	A plat	Vitesse	3.5	
		Dist.	750 m	
	En pente	Vitesse	2.7	
		Pente	7 %	
		Puiss.	50 W	
	Dist.	750 m		
PERFORMAN- CES EN FIN DE PROGRAMME	A plat	Vitesse	4 (+ 33 %)	
		Dist.	1000 (fixée)	
	En pente	Vitesse	2.7 (+ 0 %)	
		Pente	8 %	
		Puiss	60 W	
	Dist.	1000 m (+ 270 %)		

BMI = body mass index, PM = périmètre de marche, IPSC = indice de pression systolique de cheville, ICM = indice de chute maximale, DHS = durée d'hypoxie sévère, DHC = durée d'hypoxie critique, Dist. = distance (m), Puiss. = puissance (W).

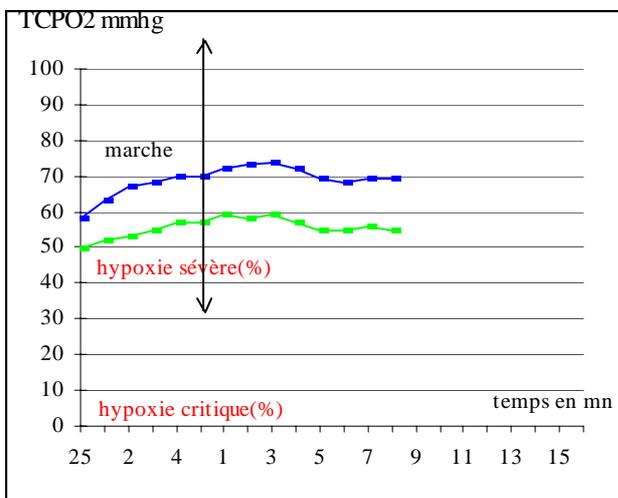
D.C.Daniel, OXYMETRIE DROITE DU 09/01/2007

P H A S E D E R E P O S (20 mn decubitus)				
Niveau	référence	cuisse	jambe	ped
TcPO2 (mmhg)	50	58	58	45
Rapport Oxygén. Tissulaire		116	116	90
P H A S E d' E F F O R T		Puissance	60	watts
maximum	+/-	Vitesse	3	km/h
limité par	gene	Pente (%)	8	%
dyspnée NYHA	stade 1	Distance	270	mètres

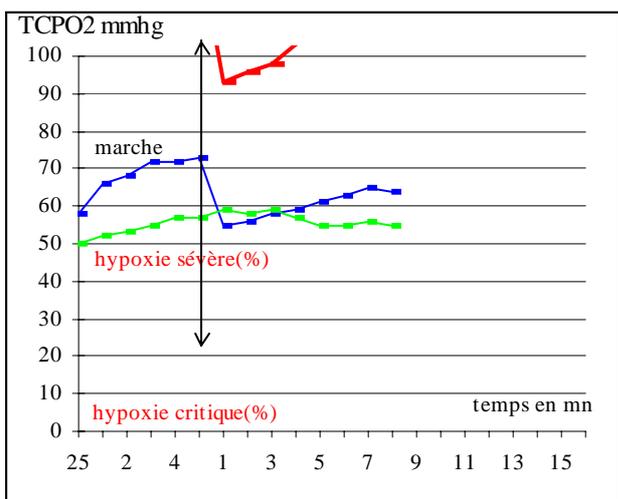
P H A S E D E R E C U P E R A T I O N				
Côté	gauche	cuisse	jambe	ped
Plus petit ROT (%)		122	93	58
ICM (%)		-6	19	35
T50 1/2 durée hypoxie		0	300	300
Hypoxie sévère (sec)		0	0	0
Hypoxie critique (sec)		0	0	0
0 < ISD < 5		0	0,3	0,5

COURBES	ROT (%)	référence	NIVEAU	Puiss 60W
---------	---------	-----------	--------	-----------

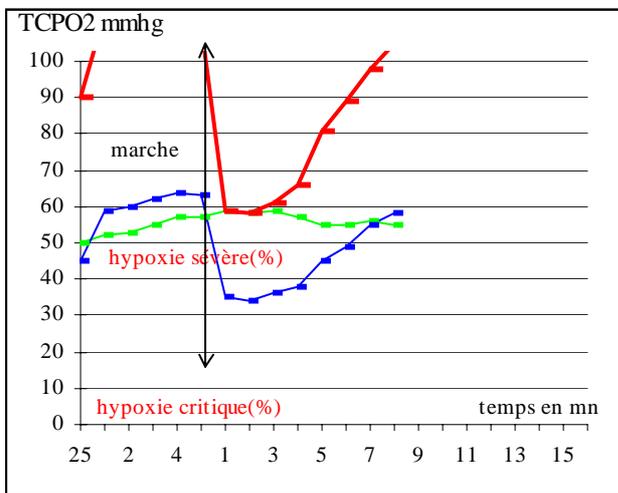
NIVEAU CUISSE



NIVEAU JAMBE



NIVEAU PIED



332 – M. T. DAVIDDDN : 20/01/52FDRCV, ATCD

- tabagisme sevré depuis 95
- surcharge pondérale
- dyslipidémie
- diabète de type 2 traité par régime alimentaire
- infarctus du myocarde en 1996 ayant nécessité une angioplastie

HDM

- artériopathie connue depuis plusieurs années
- juillet 2005 : angioplasties iliaques bilatérales avec stents
- octobre 2005 : pontage fémoro-poplité droit prothétique
- mars 2006 : pontage fémoro-poplité gauche prothétique
- juin 2006 : le patient consulte son chirurgien pour aggravation de son état fonctionnel avec claudication intermittente et limitation de son périmètre de marche dû à des douleurs surales droites. L'examen clinique montre un œdème distal veino-lymphatique dans un contexte d'hypodermite inflammatoire et une absence de troubles trophiques. Les examens complémentaires confirment la thrombose du pontage droit. On conclue à une hypoxie d'effort sévère, il n'y a pas d'indication chirurgicale. Indication d'une rééducation.

EXAMENS COMPLEMENTAIRES- Angio-IRM 06/07/2006 :

- à droite :
 - réseau iliaque perméable ; rétrécissement peu important de la jonction iliaque primitive-iliaque externe sans sténose significative
 - pontage fémoro-poplitée totalement thrombosé
 - réseau distal non analysable
- à gauche :
 - sténoses iliaques pluriétagées prédominant sur l'iliaque externe
 - pontage fémoro-poplitée perméable
 - réseau distal non analysable

NOVEMBRE 2006 : REEDUCATION* 54 ans, 115 kg, 1,8 m, BMI 35* Vitesse confortable de marche en pente déterminée préalablement : 3 km/h* Test d'oxymétrie dynamique initial droit (22/11/2006)

- TcPO₂ de repos : cuisse 42 mmHg (ROT 85 %) , jambe 40 mmHg (ROT 81 %), ped 22 mmHg (ROT 44 %)
- réalisé à 75 W, vitesse 3 km/h, pente 8 %

- distance parcourue par le patient : 170 m
- symptômes ressentis à la fin du test : crampe (douleur intense), dyspnée stade 2+, test maximal
- ICM : cuisse 12 %, jambe 37 %, pied 81 %
- T50 : cuisse 480 s, jambe 540 s, pied 540 s
- DHS : cuisse 0 , jambe 0 , pied 900 s
- DHC : cuisse 0 , jambe 0 , pied 180 s

* PM à plat : à 3 km/h : 320 m
à 2,5 km/h : 450 m

* PM en pente : à 2,5 km/h et 3 % de pente : 170 m à la première semaine
230 m à la huitième semaine

* Paramètres de ré entraînement

. patient pour lequel le temps de rééducation a dû être doublé (15 semaines en tout)

. balnéothérapie non réalisée en raison d'un état cutané altéré

. Marche à plat : 2,5 km/h, moins de 75 % de 450 m soit 320 m ; augmentation progressive de la distance

. Marche en pente : 2,5 km/h et 3 % de pente soit 20 W ; distance fixée initialement à 120 m, augmentation progressive de la distance

* Mesures associées : pressothérapie centrifuge cardio-synchronisée par vascu-pump visant à favoriser la circulation artérielle distale : 60 minutes au début de chaque séance de rééducation ; ceci a permis une très bonne amélioration de l'œdème distal et de l'hypodermite inflammatoire.

* Performances en fin de programme

. A plat : augmentation de la vitesse : non
PM à 2,5 km/h : 320 m (+ 40%)

. En pente : augmentation de la vitesse : non
augmentation de la pente : non
PM à 2,5 km/h et 3 % : 300 m (+ 150%)

* Conclusion : rien de plus.

NOM		M. T. David (DDN 20/01/52)		
DATE		11/2006		
BMI		35		
PM estimé (m)				
Echodoppler artérielle				
Angio-IRM		07/2006		
Artériographie				
IPSC repos	Gauche			
	Droit			
IPSC post-effort	Gauche			
	Droit			
Date de l'oxymétrie		22/11/2006		
Côté de l'oxymétrie		Droit		
TcPO2 (mmHg) et ROT (%) de repos	Cuisse	42 (85%)		
	Jambe	40 (81%)		
	Pied	22 (44%)		
TEST OXYMETRIE DYNAMIQUE	Vitesse (km/h)	3		
	Pente (%)	80 %		
	Puissance (W)	75 W		
	ICM (%)	Cuisse	12	
		Jambe	37	
		Pied	81	
	T50 (sec)	Cuisse	480	
		Jambe	540	
		Pied	540	
	DHS	Cuisse	0	
		Jambe	0	
		Pied	900	
	DHC	Cuisse	0	
		Jambe	0	
		Pied	180	
Dates de rééducation		11/06-01/07		
PARAMETRES DE REENTRAI-NEMENT	A plat	Vitesse	2.5	
		Dist.	320 m	
	En pente	Vitesse	2.5	
		Pente	3 %	
		Puiss.	20 W	
	Dist.	120 m		
PERFORMANCES EN FIN DE PROGRAMME	A plat	Vitesse	2.5 (+ 0%)	
		Dist.	320 m (+ 40%)	
	En pente	Vitesse	2.5 (+ 0%)	
		Pente	3 % idem	
		Puiss	20 W	
	Dist.	300 m (+150%)		

BMI = body mass index, PM = périmètre de marche, IPSC = indice de pression systolique de cheville, ICM = indice de chute maximale, DHS = durée d'hypoxie sévère, DHC = durée d'hypoxie critique, Dist. = distance, Puiss. = puissance, HR = hypoxie de repos.

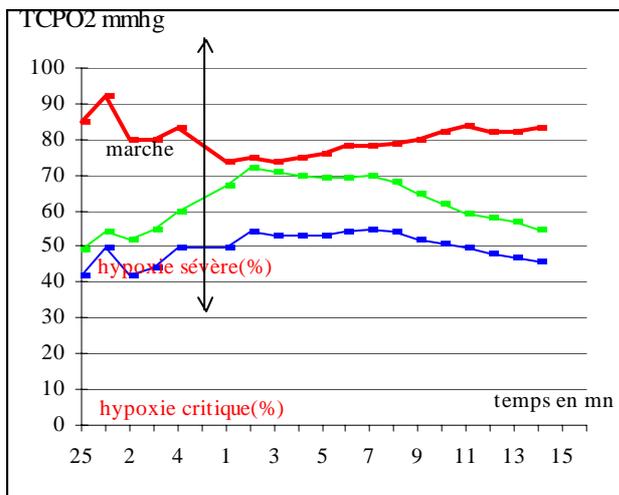
T.David, OXYMETRIE DROITE 22/11/2006

P H A S E D E R E P O S (20 mn decubitus)				
Niveau	référence	cuisse	jambe	pied
TcPO2 (mmhg)	49	42	40	22
Rapport Oxygén. Tissulaire		85	81	44
P H A S E d' E F F O R T		Puissance	75	watts
maximum	oui	Vitesse	3	km/h
limité par	crampe	Pente (%)	8	%
dyspnée NYHA	stade 2 +	Distance	170	mètres

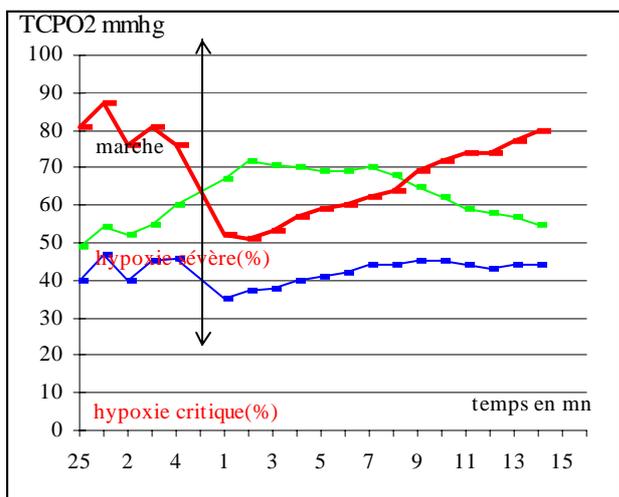
P H A S E D E R E C U P E R A T I O N				
		cuisse	jambe	pied
Plus petit ROT (%)	74		51	8
ICM (%)	12		37	81
T50 1/2 durée hypoxie	480		540	540
Hypoxie sévère (sec)	0		0	900
Hypoxie critique (sec)	0		0	180
0 < ISD < 5	0,3		1	2,2

COURBES	ROT (%)	référence	NIVEAU	Puiss 75W
---------	---------	-----------	--------	-----------

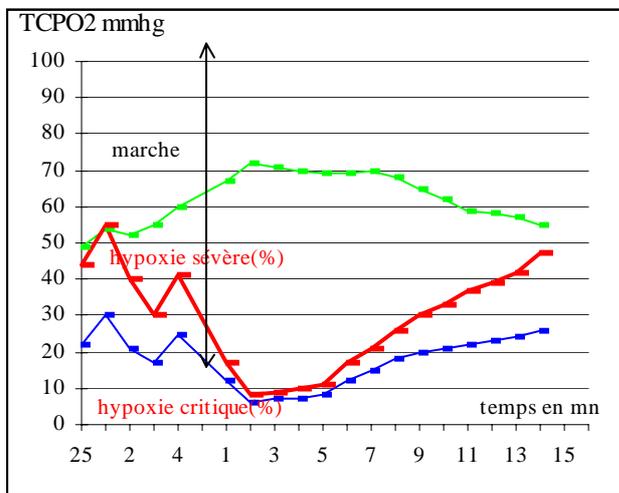
NIVEAU CUISSE



NIVEAU JAMBE



NIVEAU PIED



4 – SYNTHÈSE

Il s'agit de cas cliniques très divers qui montrent comment les praticiens de la Tourmaline utilisent l'oxymétrie dynamique pour déterminer les programmes de réentraînement physique des artériopathes, ainsi personnalisés.

Il faut préciser que le choix d'une épreuve d'effort ciblée à 50 W pendant 5 minutes et d'un objectif d'ICM entre 20 et 50 % s'est affirmé après des années de pratique et d'essais, raison pour laquelle ces critères ne sont pas retrouvés dans tous les dossiers patients.

SYNTHESE

•

L'épreuve d'oxymétrie dynamique quantifie de façon objective l'hypoxie d'effort des membres inférieurs chez l'artériopathe claudicant. Rappelons que Gard et Desmyttere ont montré dans leurs études que l'ICM est corrélé à l'IPS de repos ainsi qu'à la chute de l'IPS post-effort.

Les praticiens de la Tourmaline, forts de plusieurs années d'expérience partagent l'idée que réentraînement à l'effort des artériopathes se fait de façon optimale en travaillant avec une hypoxie d'effort modérée. Et il faut rappeler que la TcPO₂ dynamique est le seul examen microcirculatoire à pouvoir quantifier objectivement cette hypoxie d'effort.

Ainsi, partant de ces deux concepts, les praticiens de la Tourmaline choisissent-ils les paramètres des programmes de réentraînement de façon précise selon les résultats de l'épreuve de TcPO₂ dynamique. Ils ont ainsi élaboré un protocole qui établit que la puissance de réentraînement doit être telle que l'ICM mesuré sur la courbe de récupération post-effort soit compris entre 20 et 50%. Ceci en précisant que pour eux comme pour Gard, Desmyttere, Chomard et certains auteurs anglosaxons la puissance de l'effort de marche prend en compte non seulement la vitesse et la pente de marche mais également le poids du patient.

De plus l'épreuve d'oxymétrie dynamique présente l'avantage d'être également un examen permettant un suivi évolutif quantitatif et objectif de la sévérité de cette hypoxie d'effort et par là de l'état vasculaire, microcirculatoire et métabolique du patient. En effet un patient qui effectue la même épreuve d'oxymétrie dynamique, à la même puissance pendant la même durée, à deux moments différents, et qui altère ou améliore son ICM et/ou ses durées d'hypoxie, a modifié son état clinique et la TcPO₂ dynamique quantifie objectivement cette modification.

Les praticiens de la Tourmaline proposent une épreuve de TcPO₂ dynamique fonctionnelle standardisée réalisée à charge constante autour de 50 W pendant 5 minutes pour l'analyse avant rééducation et pour le suivi à moyen et long terme de ces patients polyvasculaires.

•

Par ailleurs, comme le notent Chomard ou Gardner, l'un des problèmes de la rééducation est de disposer d'outils mesurant l'efficacité du réentraînement.

En effet peu d'examens sont modifiés par la rééducation. Elle ne modifie pas les résultats de l'échographie, pas l'IPS de repos, pas les résultats du test de Strandness classique, pas l'oxymétrie de repos.

Elle améliore le périmètre de marche qui ne peut être fiable que mesuré sur tapis roulant dans des conditions standard.

D'après les études de Gardner et de son équipe elle améliore l'indice appelé fenêtre ischémique mesuré sur les résultats de l'IPS après effort relevés lors d'un test de Strandness modifié (c'est-à-dire à charge progressive).

Mais les praticiens travaillant avec la TcPO₂ dynamique constatent que le réentraînement physique des membres inférieurs, s'il ne semble pas modifier l'ICM, améliore les durées d'hypoxie post-effort donc la pente de récupération.

-

Au-delà de l'intérêt de la TcPO2 dynamique, on ne peut, parlant de la rééducation des artériopathes, ne pas insister sur le fait que celle-ci doit intégrer une prise en charge globale des patients. La démarche des praticiens de la Tourmaline s'inscrit ainsi dans la notion d'éducation thérapeutique et comportementale, rejoignant le concept cardiologique. Ce n'est qu'à cette condition que l'on peut obtenir l'adhésion des patients à leur traitement sans laquelle la rééducation perd de son efficacité.

Ainsi les praticiens de la Tourmaline insistent-ils sur l'accompagnement des patients. Il s'agit de leur expliquer les enjeux du traitement, d'intégrer une approche psychologique et comportementale ainsi qu'une éducation hygiénodététique sur les facteurs de risque.

Ceci est d'autant plus vrai qu'il s'agit d'une maladie chronique évolutive chez des patients s'ancrés dans des habitudes souvent difficiles à faire évoluer. Il leur faut alors adapter un comportement actif à une pathologie chronique.

Rappelons de plus que seule une modification à long terme du comportement et la poursuite de l'activité physique « en ville » peut permettre au patient d'améliorer son pronostic fonctionnel voire vital.

-

De même l'un des objectifs de la rééducation est l'amélioration de la qualité de vie. La préservation des capacités fonctionnelles s'inscrit dans cette optique non seulement parce qu'elle va permettre de préserver l'autonomie du patient, mais également parce qu'elle combat la sédentarité elle-même facteur de risque cardiovasculaire et d'augmentation de la morbidité.

-

Enfin l'on n'oubliera pas que le risque vital du patient artériopathe se situe au niveau coronarien et cérébral et que cette prise en charge se doit d'être globale incluant impérativement les facteurs de risque.

CONCLUSION

On voit qu'il serait intéressant de réaliser des études randomisées multicentriques sur la TcPO2 dynamique dans la rééducation des artériopathes.

Ceci sera facilité par le fait que toutes les équipes travaillent désormais avec le même matériel (RADIOMETER TINA TCM 4).

Les praticiens de la Tourmaline participent actuellement à l'élaboration du logiciel intégré qui permettra d'uniformiser les pratiques.

Ainsi sera favorisée l'adoption d'une méthodologie commune validée par tous.

BIBLIOGRAPHIE

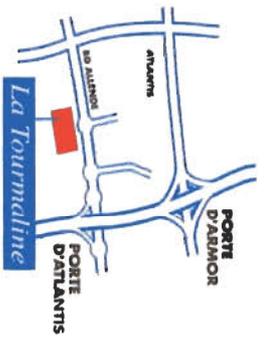
- 1- Boccalon H, Lacroix P. Artériopathies des membres, monographies de médecine vasculaire. Masson 2001
- 2- Chignon J-C, Jan F. La réadaptation ambulatoire à l'effort en pathologie cardiovasculaire, monographies de cardiologie. Masson 1998
- 3- Hérisson Ch, Préfaut C, Kotzki N. Le réentraînement à l'effort. Problèmes en médecine de rééducation. Masson 1995
- 4- Grard C, Desmyttere J. Intérêt de l'oxymétrie transcutanée dynamique étagée chez le claudicant. Thèse doctorat en médecine, Lille, 1988
- 5- Grard C, Desmyttere J, Vinckier L, Hatron P-Y, Roux J-P, Warembourg H, Devulder B. Intérêt de l'oxymétrie transcutanée dynamique étagée dans l'artérite des membres inférieurs de stade II. Arch Mal Cœur 1990 ; 83(II) : 51-7
- 6- Chomard D. Réadaptation de l'artériopathie des membres inférieurs. EMC, Cardiologie, 11-752-A-10, 2003
- 7- Chomard D. Réadaptation en pathologie artérielle périphérique. Angiologie mars 2001 ; vol 53 , n°1, 37-43
- 8- Chomard D, Grard C, Desmyttere J. Bases méthodologiques de l'oxymétrie transcutanée dynamique chez l'artériopathe au stade de l'ischémie d'effort. Ann Réadaptation Méd Phys 1994 ; 37 : 305-312
- 9- Chomard D, Chomard P. Evaluation des effets périphériques à l'effort par oxymétrie dynamique transcutanée dans les affections vasculaires artérielles. Actualités en RRF 20° série. Masson 1995. 267-272
- 10- Chomard D, Grard C, Desmyttere J. Oxymétrie transcutanée dynamique, quantifier l'hypoxie d'effort chez l'artéritique. Cardiologie pratique 1993
- 11- Casillas J-M, Dulieu V, Becker F, Cohen M, Brenot R, Didier J-P. Réadaptation dans l'artériopathie des membres inférieurs. EMC, Kinésithérapie – Rééducation fonctionnelle, 26-560-A-05, 1994
- 12- Bouchet J-Y, Richaud C, Franco A. Rééducation en pathologie vasculaire périphérique, Dossiers de kinésithérapie. Masson 1989
- 13- Didier J-P, Becker F, Casillas J-M. Rééducation des artéritiques. Bibliothèque de rééducation. Exp Scient. Franç. 1985
- 14- Hérisson Ch., Janbon Ch., Casillas J.M. Problèmes en médecine de rééducation. Pathologie vasculaire des membres. Masson 1993
- 15- Gardner AW, Poehlman ET. Exercise rehabilitation programs for the treatment of claudication pain . A meta-analysis. JAMA 1995; 274: 975-980
- 16- Tan KH, de Cossart L, Edwards PR. Exercise training and peripheral vascular disease. Br J Surg 2000; 87: 553-562
- 17- Holdich TAH, Reddy PJ, Walker RT, Dormandy JA. Transcutaneous oxygen tension during exercise in patients with claudication. Br Med J 1986; 292: 1625-1628
- 18- Byrne P, Provan JL, Ameli FM, Jones DP. The use of transcutaneous oxygen tension measurements in the diagnosis of peripheral vascular insufficiency. Ann Surg; august 1984; 159-165
- 19- Larsen O, Lassen A. Effect of daily muscular exercise in patients with intermittent claudication. The lancet 1966; 2: 1093-1096
- 20- Schoop W. Méthodologie et résultats de la rééducation des artériopathies de stade II. J Mal Vasc 1980 ; 5 : 181-184
- 21- Skinner JS, Strandness DE. Exercise and intermittent claudication. II. Effect of physical training. Circulation 1967; 36 : 23-29

- 22- Foley WT, Wright I S. Medical management of arterial occlusion and thrombophlebitis. *Mod Concepts Cardiovasc. Ds* 1953; 22 : 156-162
- 23- Regensteiner JG, Gardner AW, Hiatt WR. Exercise testing and exercise rehabilitation for patients with peripheral arterial disease : status in 1997. *Vascular Medicine* 1997 ; 2 : 147-155
- 24- Gardner AW, Katzel LI, Sorkin JD, Killewich LA, Ryan A, Flinn WR, Goldberg AP. Improved functional outcomes following exercise in rehabilitation in patients with intermittent claudication. *Journal of Gerontology : medical science* 2000 ; vol 55A ; n° 10 ; M570-M577
- 25- Gardner AW, Katzel LI, Sorkin JD, Bradham DP, Hochberg MC, Flinn WR, Goldberg AP. Exercise rehabilitation improves functional outcomes and peripheral circulation in patients with intermittent claudication : a randomized controlled trial. *JAGS* 2001 ; 49 : 755-762
- 26- Montgomery PS, Gardner AW. The clinical utility of a six-minute walk test in peripheral occlusive disease patients. *JAGS* 1998 ; 46 : 706-711
- 27- Regensteiner JG, Meyer TJ, Krupski WC, Cranford LS, Hiatt WR. Hospital vs home-based exercise rehabilitation for patients with peripheral arterial occlusive disease. *Angiology* 1997; 48 : 291-300
- 28- Womack CJ, Sieminski DJ, Katzel LI, Yataco A, Gardner AW. Improved walking economy in patients with peripheral arterial occlusive disease. *Official Journal of the American College of Sports Medicine* 1997 ; 1286-1290
- 29- Gardner AW, Skinner JS, Smith LK. Effect of handrail support on claudication and hemodynamic responses to single stage and progressive treadmill protocols in peripheral vascular occlusive disease. *Am J Cardiol* 1991 ; 68 : 99-105
- 30- Strandness DE, Bell JW Jr. An evaluation of the hemodynamic response of the claudication extremity to exercise. *Surg Gynecol Obstet* 1964 ; 119 : 1237-1242
- 31- Sumner DS, Strandness DE. The relationship between calf blood flow and ankle blood pressure in patients with intermittent claudication. *Surgery* 1969 ; 65 : 763-71
- 32- Yao ST. Haemodynamic studies in peripheral arterial disease. *Br J Surg* 1970 ; 57 : 761-766
- 33- Lipkin D, Scriven A, Crake T, Podes-Wilson P. Six-minute walking test for assessing exercise capacity in chronic heart failure. *Br Med J* 1986 ; 292 : 653-655
- 34- Bittner V, Weiner D, Yusuf S and al. Prediction of mortality and morbidity with a 6-minute walk test in patients with left ventricular dysfunction. *JAMA* 1993 ; 270: 1702-1707
- 35- Aligne C, Zalazar C. Résultats immédiats d'un programme ambulatoire de rééducation des artériopathies des membres inférieurs au stade II de Leriche ; *J Mal Vasc* 2001 ; 4 : 252-257
- 36- Hiatt WR, Hirsch AT, Regensteiner JG, Brass EP. Clinical trials for claudication. Assessment of exercise performance, functional status, and clinical end-points. *Circulation* 1995 ; 614-621
- 37- Andriessen M, Barendsen GJ, Wouda AA, de Pater L. Changes of walking distance in patients with intermittent claudication during six months intensive physical training.
- 38- Mannarino E, Pasqualini L, Menna M, Maragoni G, Orlandi U. Effects of physical training on peripheral vascular disease : a controlled study. *Angiology* January 1989 ; 5-10
- 39- Gardner AW. Reliability of transcutaneous oximeter electrode power during exercise in patients with intermittent claudication. *Angiology* 1997 ; 48 : 229-235
- 40- Tan KH, de Cossart L, Edwards PR. Exercise training and peripheral vascular disease. *Br J Surg* 2000 ; 87 : 553-562

- 41- Cachovan M, Rogatti W, Creutzig A, Diehm C, Heidrich H, Scheffler P, Woltering F. Treadmill testing for evaluation of claudication : comparison of constant-load and graded exercise tests. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1997 ; 14 : 238-243
- 42- Brandsma JW, Robeer BG, van den Heuvel S, Smit B, Wittens C, Oostendorp R. The effect of exercises on walking distance of patients with intermittent claudication : a study of randomized clinical trials. *Physical therapy* 1998 ; 78 : 278-288
- 43- Ekroth R, Dahlöf AG, Gundevall B, Holm J, Schersten T. Physical training of patients with intermittent claudication : indications, methods and results. *Surgery* 1978 ; 84 : 640-643
- 44- Gartenmann Ch, Kirchberger I, Herzig M, Baumgartner I, Saner H, Mahler F, Meyer F. Effects of exercise training program on functional capacity and quality of life in patients with peripheral arterial occlusive disease. *VASA* 2002 ; 31 : 29-34
- 45- Degischer S, Labs KH, Hochstrasser J, Aschwanden T, Schoepl M, Jaeger KA. Physical training for intermittent claudication : a comparison of structured rehabilitation vs home-based training. *Vasc Med* 2002 ; 7 : 109-115
- 46- HAS, recommandations pour la pratique clinique, prise en charge de l'artériopathie chronique oblitérante athéroscléreuse des membres inférieurs (indications médicamenteuses, de revascularisation et de rééducation). Avec la participation des Professeurs P. Patra, F. Becker, J-M. Casillas, H. Boccalon ..., des Docteurs D. Eveno, M-A. Pistorius, D. Chomard ..., de M. S. Le Lamer ... Mars 2006.
- 47- Chomard D., Eveno D., Le Lamer S. Critères de viabilité à un an des membres en ischémie chronique sévère. TcPO2 et paramètres démographiques. *Angiology* ; sept. 2000 ; vol 51
- 48- Couespel J.F., Losson P., Benize M, Duthois S. Réadaptation à la marche du patient artéritique après revascularisation. *Kinésithérapie, les annales* ; n°10, oct 2002, p31-p36
- 49- Feinberg RL, Gregory RT, Wheeler JR, Snyder SO, Gayle RG, Parent FN III, Patterson RP. The ischemic window : a method for the objective quantitation of the training effect in exercise therapy for intermittent claudication. *J Vasc Surg* 1992 ; 10 : 244-250
- 50- Carter SA, Hamel ER, Patterson JM, Snow CJ, Mymin D. Walking ability and ankle systolic pressures : observations in patients with intermittent claudication in a short term exercise program. *J Vasc Surg* 1989 ; 10 : 642-649

ANNEXES

- Feuille de résultats d'une épreuve d'oxymétrie dynamique au centre de rééducation fonctionnelle de La Tourmaline, cf pages suivante.
- Courbes statistiques des oxymétries réalisées entre 1993 et 2006 à La Tourmaline.



O
X
Y
M
E
T
R
I
E

Nom du patient : contrôle
Statut : 15 septembre 2006
date :
Age : 60 ans
Poids : 90 kg
Taille : 1,77 m
Côté : droit

32

<- BMI ->

29

PHASE DE REPOS (20 mn decubitus)

Niveau	référence	cuisse	jambe	pied
TcPO2 (mmhg)	58	56	56	49
Rapport Oxygén. Tissulaire		96	96	84

PHASE D'EFFORT

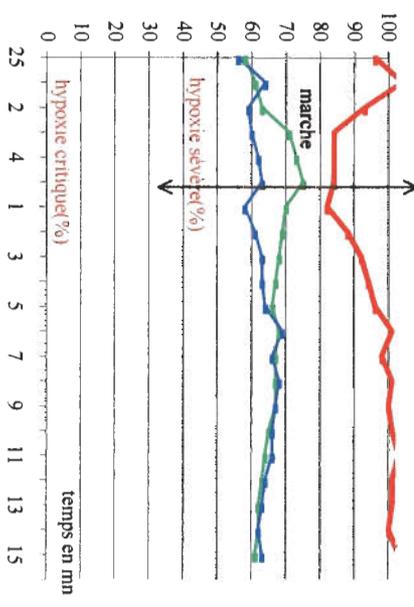
maximum oui	Puissance 50 watts
Limité par douleur angineuse	Vitesse 3 km/h
dyspnée NYHA stade 2 +	Pente (%) 7 %
	Distance 250 mètres

normal <20%
(secondes)
[ROT<50s]
[ROT<10s]

PHASE DE RECUPERATION

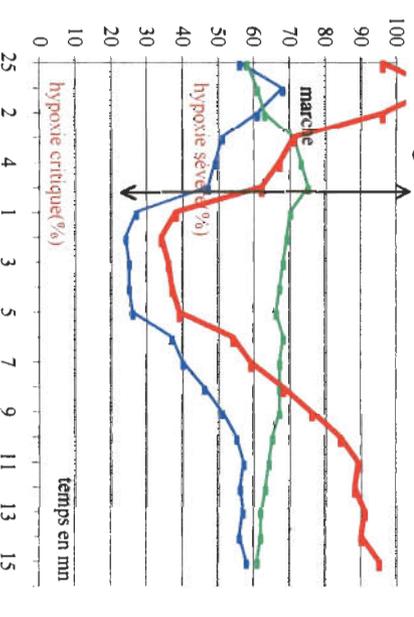
Côté	gauche	cuisse	jambe	pied
Plus petit ROT (%)	82	34	21	
ICM (%)	14	64	75	
T50 1/2 durée hypoxie	180	480	420	
Hypoxie sévère (sec)	0	360	420	
Hypoxie critique (sec)	0	0	0	
0 < ISD < 5	0,1	1,5	1,6	

TcPO2 mmhg



NIVEAU CUISSE

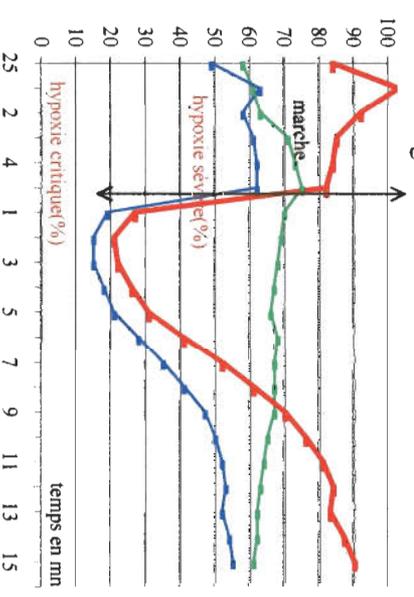
TcPO2 mmhg



ROT (%)

NIVEAU JAMBE

TcPO2 mmhg

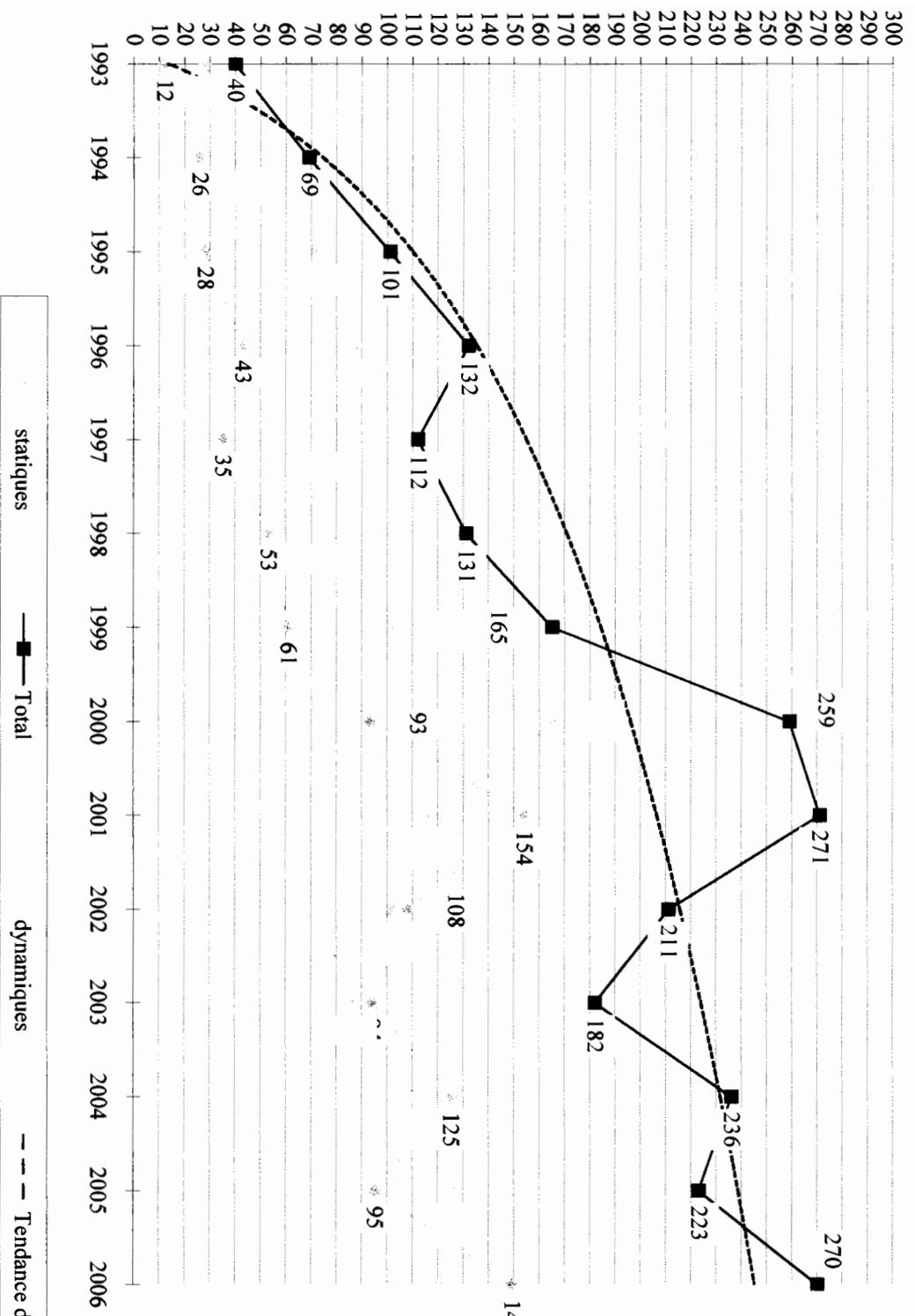


référence

NIVEAU PIED

Annex 1

TCP02 Statiques/dyn



34% en soins
15% contrôles
50% avis médicaux

Annexe 2

NAOUR-LEROY SABINE

Apport de l'oxymétrie dynamique dans la détermination des programmes de réentraînement au stade d'hypoxie d'effort chez le patient vasculaire.

RESUME

L'épreuve d'oxymétrie dynamique quantifie de façon objective l'hypoxie d'effort des membres inférieurs chez l'artériopathe claudicant.

Les praticiens de la Tourmaline partagent l'idée que réentraînement à l'effort des artériopathes se fait de façon optimale en travaillant avec une hypoxie d'effort modérée.

Partant de ces deux concepts, les praticiens de la Tourmaline choisissent les paramètres des programmes de réentraînement de façon précise selon les résultats de l'épreuve de TcPO₂ dynamique. Ils ont ainsi élaboré un protocole qui établit que la puissance de réentraînement doit être telle que l'ICM mesuré sur la courbe de récupération post-effort soit compris entre 20 et 50%.

MOTS - CLEFS

ARTERIOPATHIE, MEMBRES INFERIEURS, REEDUCATION, OXYMETRIE, DYNAMIQUE