

SWISS DOLORCLAST®

ÉTUDES CLINIQUES ET PUBLICATIONS* 2000/2011

THÉRAPIE PAR ONDES DE CHOC RADIALES ET FOCALISÉES POUR LE TRAITEMENT DES DOULEURS MUSCULO TENDINEUSES →

LA MÉTHODE SWISS DOLORCLAST[®]

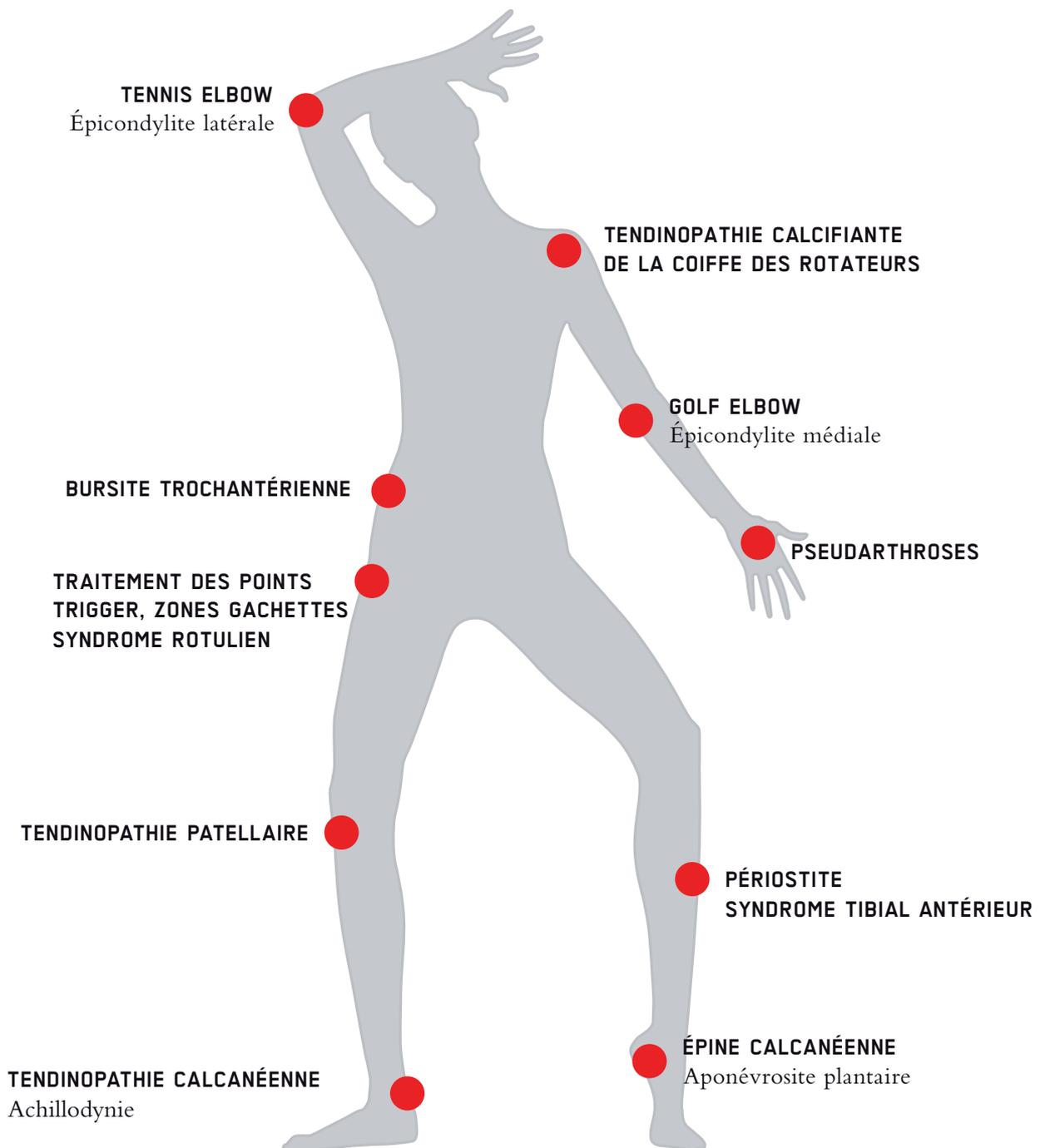
PAR LE
CRÉATEUR DE
LA THÉRAPIE
PAR ONDES
DE CHOC
RADIALES



EMS-SWISSQUALITY.COM

SOULAGEMENT IMMÉDIAT → LA THÉRAPIE PAR ONDES DE CHOC TRAITE LES DOULEURS CHRONIQUES DE L'APPAREIL LOCOMOTEUR

**MULTIPLES
INDICATIONS
UNE SEULE
THÉRAPIE**



SWISS DOLORCLAST®

LE TRAITEMENT NON-INVASIF, SIMPLE, SANS EFFET SECONDAIRE ET EFFICACE DES TENDINOPATHIES ET DES LÉSIONS MUSCULAIRES



- Une alternative à la chirurgie
- Une alternative aux anti-inflammatoires (Cortisone et AINS)
- Sans aucun effet secondaire
- Traitement court et bien supporté: 3 à 5 séances suffisent généralement
- Efficacité pérenne dans le temps
- Sans immobilisation, sans incidence sur l'activité quotidienne

Un traitement efficace des tendinopathies du coude, de l'épaule, des tendons d'Achille et rotulien ou encore des épines calcanéennes, aponévrosites plantaires et fibroses consécutives à des déchirures musculaires.

Grâce à une technologie de qualité Suisse, une nouvelle thérapeutique, le **Swiss DolorClast®** a été développé pour le traitement des affections chroniques des tendons. Cette méthode répond couramment à l'appellation de « Traitement par ondes de choc radiales ». Au niveau international elle est connue sous l'abréviation ESWT (Traitement Extracorporel par Ondes de Choc - TEOC), et est considérée comme une alternative à la chirurgie. Le traitement ne génère que des ondes de choc et peut donc être administré par des thérapeutes ayant une formation médicale. Les ondes de choc stimulent et déclenchent une série de mécanismes physiopathologiques à effets immédiats et de longue durée.

Le principal effet thérapeutique reste cependant mécanique. Diverses recherches scientifiques montrent que le recours au **Swiss DolorClast®** est une méthode donnant de bons résultats cliniques*. Pour un patient souffrant de douleurs chroniques liées à une tendinopathie, la procédure normale consiste à lui administrer un traitement réparateur de 3 à 5 séances espacées chacune d'une semaine. Le traitement par ondes de choc générées par le **Swiss DolorClast®** s'est très largement répandu en raison de ses bons résultats cliniques à long terme.

Les centres de physiothérapie et de rééducation fonctionnelle offrent désormais un traitement par ondes de choc avec le **Swiss DolorClast®**.

* FDA/PMA Approval, May 2007. PMA nr. P050004. Gerdesmeyer, J. Mineralstoffwechsel, Zeitschrift für Knochen- und Gelenkerkrankungen 11/2004. Cacchio, J. Physical Therapy vol. 86 nr. 5, 2006.

SOMMAIRE

TÉMOIGNAGES D'UTILISATEURS	p. 6
9 ÉTUDES RANDOMISÉES EN DOUBLE AVEUGLE	p. 7
ANNÉE 2011	p. 16
Que penser des ondes de choc dans le traitement des lésions tendinomusculaires en 2011 H de LABAREYRE	
ANNÉE 2010	
Résultats Août 2010 : traitements par ondes de choc radiales - 1748 patients H. de LABAREYRE -G. SAILLANT et Y. CATONNE	p. 24
Ondes de choc radiales et neurocryostimulation pour le traitement des tendinopathies - 8000 cas traités en 8 ans M. ROZENBLAT	p.26
ANNÉE 2008	p. 29
Le neurocryostimulation associé à la thérapie d'ondes de choc extra corporelles avec le Swiss DolorClast® - M. ROZENBLAT- 7 000 cas traités en 8 ans	
ANNÉE 2007	p. 31
Ondes de choc extracorporelles et tendinopathies H. de LABAREYRE	
Utilisation simultanée des ondes de choc extracorporelles et de la neurocryostimulation pour les tendinopathies d'Achille M. ROZENBLAT	
Thérapie par ondes de choc radiales - A propos de 56 cas de rhizarthrose C. SCHWAB et P. BAROSI	
ANNÉE 2006	p. 37
Thérapie par ondes de choc des points Trigger® (TST®) et ostéopathie des points Trigger	
Traitements par ondes de choc et tendinopathies du coude H. de LABAREYRE	
Traitements par ondes de choc et pathologies de la coiffe des rotateurs H. de LABAREYRE	
Traitements par ondes de choc et pathologies de l'aponévrose plantaire H. de LABAREYRE	
Les enthésopathies hautes des ischio-jambiers H. de LABAREYRE et B. ROGER	
ANNÉE 2005	p. 48
Les ondes de choc H. de LABAREYRE et G. SAILLANT - <i>Congrès Sport et Appareil Locomoteur</i>	
ANNÉE 2004	p. 52
Intérêt des ondes de choc radiales dans le suivi d'une équipe de Basket-Ball de haut niveau F. TASSERY, Th. ALLAIRE	
Traitements des tendinopathies calcanéennes par ondes de choc H. de LABAREYRE et G. SAILLANT - <i>Entretien de Bichat - Journée de podologie</i>	

ANNÉE 2003

p. 58

Les ondes de choc radiales

J. BARTH, C. LUTZ, J.H. JEAGER - MKDE - Colmar - SFMKS - SMATSH

Les douleurs de l'appareil extenseur après ligamentoplastie

L. SAVALLI, P. PUIG, P. TROUVE

Evaluation des traitements par ondes de choc extra-corporelles dans les douleurs de l'appareil locomoteur

M. GENTY, D. SCHMIDT

ANNÉE 2002

p. 70

Traitement des tendinopathies avec les ondes de choc radiales chez les sportifs

C. COBIAN, J. GONZALEZ, X. PEIRAU, F. BIOSCA

Les ondes de choc extra-corporelles dans les indications orthopédiques osseuses

R. BRISSOT, A. LASSALLE, B. LOBEL

Traitement des tendinopathies chroniques par ondes de choc radiales

E. BRUNET-GUEDJ, B. BRUNET, J. GIRARDIER, E. RENAUD

A propos du traitement par ondes de choc radiales sur les tendinopathies calcanéennes

H. de LABAREYRE, M. GRUN-REHOMME, G. SAILLANT

Ondes de choc radiales : intérêt dans le traitement des tendinopathies

H. de LABAREYRE, G. SAILLANT

Thérapie extra-corporelle par ondes de choc radiales - Pathologie du membre supérieur et du membre inférieur (extrait)

F. TASSERY, Th. ALLAIRE

Tendinopathie du membre inférieur chez le sportif : intérêt du traitement par ondes de choc radiales

H. de LABAREYRE, G. SAILLANT

Ondes de choc : un traitement ad hoc

P. GERMAIN

ANNÉE 2001

p. 80

Modifications histologiques et ultrastructurelles des tissus mous induites par les ondes de choc

A. AMMENDOLIA, G. LOTTI, M. MARICONDA, C. MILANO

ANNÉE 2000

p. 81

Efficacité de la thérapie par ondes de choc extra-corporelles dans les tendinites calcifiantes de l'épaule

G. GREMION, R. AUGROS, Ch. GOBELET, P.-F. LEYVRAZ

Résultat et tolérance à court terme de la thérapie par ondes de choc radial en pathologie abarticulaire

M. GENTY, V. BENARD

TÉMOIGNAGES D'UTILISATEURS

Les ondes de choc radiales EMS-DolorClast® font partie des meilleurs traitements des tendinopathies.

J'obtiens des **bons et très bons résultats dans 65 à 75 %** des cas sur 1600 patients dans le cadre de mon étude débutée il y a maintenant 11 ans.

Depuis cette époque et de manière exclusive quand il s'agit de traitement par ondes de chocs radiales, j'utilise le DolorClast®.

En effet, je suis le premier en France à avoir utilisé les ondes de choc radiales du fabricant pionnier de cette thérapeutique. Depuis quelques années, je privilégie la **pièce à main Power** Haute Energie (PAM rouge **EMS**) pour le traitement de mes patients.

Hervé de Labareyre - Médecin spécialisé en traumatologie du sport, Attaché à l'INSEP et CHU La Pitié Salpêtrière

J'ai utilisé plusieurs marques d'ondes de choc radiales et focales. J'utilise désormais exclusivement les ondes de choc EMS DuoClast® (ondes de choc radiales et focales).

Le DuoClast® est incontestablement le meilleur appareil en terme d'efficacité, de puissance et de précision.

Je l'utilise principalement sur les tendinopathies, les fibroses, les calcifications, les pseudotorses ainsi que sur les points trigger.

Mes résultats sont tout simplement incroyables.

Elio Di Palma - Masseur Kinésithérapeute. Agrégé de l'enseignement supérieur

Le DolorClast® est un appareil à ondes de choc extraordinaire aux possibilités exceptionnelles.

Notre étude au Grand Hôpital de Charleroi sur 36 000 patients toutes pathologies confondues tendinopathies, coudes, épaules, hanches fascia plantaires etc. a donné plus de 80 % de bons et très bons résultats !!! C'est incroyable.

Ivana Belottia - Masseur Kinésithérapeute au Grand Hôpital de Charleroi (Belgique)

Depuis que j'utilise les ondes de choc radiales avec le DolorClast® Classic EMS, j'obtiens des résultats "magnifiques" sur toutes les tendinopathies, les épines calcanéennes ...Le DolorClast® est devenu indispensable à ma pratique quotidienne.

Marc Pujo - Masseur Kinésithérapeute Ex kiné INSEP

Le Swiss DolorClast® est la seule **machine délivrant des ondes de choc radiales pour laquelle on retrouve dans la littérature des études cliniques comparatives randomisées en double aveugle** (niveau 1 des études cliniques, niveau le plus élevé) **publiées dans des revues de niveau international avec comités de lecture**. Le Swiss DolorClast® possède à lui seul la totalité des études randomisées, comparatives en double aveugle et prospectives ; il existe à ce jour **9 études randomisées en double aveugle publiées**⁴ et réalisées avec des ondes de choc radiales dans le monde, les 9 études ont été faites avec le Swiss DolorClast®.

⁴ See the following pages : 10 double blinded randomized studies done with the Swiss DolorClast® only, level 1

- Gerdesmeyer L and al, Radial extracorporeal shock wave therapy is safe and effective in the treatment of chronic recalcitrant plantar fasciitis. Am Journal Sports med 2008; 36:20100-2109
- Ibrahim M and al: Successful treatment of chronic plantar fasciitis with two sessions of radial extracorporeal shock wave therapy, Foot and ankle Int 2009.
- Rompe JD, Furia J and al: Eccentric loading versus eccentric loading plus shock-wave treatment for midportion Achilles tendinopathy: a randomized controlled trial; Am j Sports Med 2009 , 90:50-61
- Rompe JD and al, Eccentric loading compared with shock wave treatment for chronic insertional Achilles tendinopathy; a randomized, controlled trial, J Bone Joint Surg Am 2008;90/52-61
- Rompe JD, Furia J and al: Eccentric loading, shock wave treatment, or a wait-and-see policy for tendinopathy of the main body of tendo Achillis, a randomized controlled trial Am J sports med 2007;374-383
- Rompe JD and al : Home training, local corticosteroid injection or radial shock wave therapy for greater trochanter pain syndrome Am J Sports Med 2009;37 1981-1990
- Engebretsen K and al Radial extracorporeal shockwave therapy compared with supervised exercises in patients with subacromial pain syndromes: a blind randomized study; Brit Med J 2009; 339:B3360
- Intonia H W Chow and Gladys Ly Cheing, Comparison of different energy density of extracorporeal shock wave therapy (ESWT) for the management of chronic heel pain, Clin Rehabil 2007: 21;131;
- Wojciech Marks, Jackiewicz and al; Extracorporeal shock wave therapy (ESWT) with a new-generation pneumatic device in the treatment of heel pain; a double blind randomized controlled trial, Acta Orthp Belg 2008,74,98-101

Études cliniques randomisées, contrôlées et publiées dans des revues scientifiques internationales avec comité de lecture¹ démontrant l'efficacité et la sécurité du traitement par le système EMS Swiss Dolorclast® selon des données cliniques probantes² :

Aponévrosite plantaire :

La méthode Swiss DolorClast® est une thérapie extracorporelle par ondes de choc radiales sûre et efficace dans le traitement de l'aponévrosite plantaire chronique récalcitrante : résultats d'une étude multicentrique randomisée avec contrôle placebo

Am J Sports Med 2008 ; 36:2100-2109

Gerdesmeyer L, Frey C, Vester J, Maier M, Weil L Jr, Weil L Sr, Russlies M, Stienstra J, Scurran B, Fedder K, Diehl P, Lohrer H, Henne M, Gollwitzer H.

CONTEXTE : Une thérapie extracorporelle par ondes de choc radiales est un traitement efficace de l'aponévrosite plantaire chronique qui peut être administrée à des patients en ambulatoire sans anesthésie mais n'a jusqu'à présent jamais été évaluée dans le cadre d'études randomisées et contrôlées.

HYPOTHÈSE : Il n'y a pas de différence d'efficacité entre une thérapie extracorporelle par ondes de choc radiales et un placebo pour le traitement de l'aponévrosite plantaire chronique.

CONCEPTION DE L'ÉTUDE : Essai randomisé contrôlé ; niveau d'évidence 1.

MÉTHODES : Trois sessions de thérapie extracorporelle par ondes de choc radiales (0,16 mJ/mm² ; 2000 impulsions) comparées à un placebo ont été étudiées chez 245 patients souffrant d'aponévrosite plantaire chronique. Les critères d'évaluation principaux étaient la modification du score composite sur une échelle analogique visuelle entre la valeur initiale et le suivi après douze semaines, le taux de réussite global et le taux de réussite en termes de score unique sur une échelle analogique visuelle (douleur au talon lors des premiers pas effectués le matin, au cours des activités quotidiennes, lors d'application d'une force de pression standardisée). Les critères d'évaluation secondaires étaient les modifications individuelles des différents scores sur une échelle analogique visuelle, le taux de réussite, le score de Roles et Maudsley, le score SF-36 et l'appréciation globale par le patient et par l'expérimentateur de l'efficacité douze semaines et douze mois après la thérapie extracorporelle par ondes de choc.

RÉSULTATS : La thérapie extracorporelle par ondes de choc radiales avec le DolorClast® s'est avérée significativement supérieure à un placebo, avec une réduction du score composite sur une échelle analogique visuelle de 72,1% et de 44,7% respectivement ($p = 0,0220$), et un taux de réussite global de 61,0% contre 42,2% parmi le groupe placebo ($p = 0,0020$) après douze semaines. La supériorité était même encore plus marquée après douze mois et toutes les mesures de résultat secondaires confirmaient la supériorité significative de la thérapie extracorporelle par ondes de choc radiales avec le DolorClast® par rapport à un placebo ($p < 0,025$, test unilatéral). Aucun effet indésirable significatif n'a été observé. **CONCLUSION** : Une thérapie extracorporelle par ondes de choc radiales améliore de manière significative la douleur, la fonction et la qualité de vie par rapport à un placebo chez les patients souffrant d'aponévrosite plantaire récalcitrante.

¹ A la date du 1^{er} octobre 2009

² Le terme de médecine factuelle fait référence à la démonstration de l'efficacité et de la sécurité de thérapies dans le cadre d'études cliniques prospectives randomisées et contrôlées. Selon l'USPSTF (U.S. Preventive Services Task Force), une évidence de niveau 1 est obtenue lorsque l'efficacité et la sécurité ont été démontrées dans au moins une étude randomisée contrôlée correctement conçue. Toutes les études cliniques résumées ci-après satisfont aux critères d'évidence de niveau 1, à l'exception des études de Furia et al. (2009) sur le syndrome douloureux du grand trochanter et de Rompe et al. (2009) sur la périostite tibiale. Ces études parvenaient à une évidence de niveau 3 (comparaisons entre groupes concurrents non randomisés de patients contemporains).

Succès du traitement de l'aponévrosite plantaire avec deux séances de thérapie par ondes de choc radiales extracorporelles avec le DolorClast®, étude randomisée en double aveugle

Ibrahim M, Donatelli R, Schmitz C, Hellman M, Buxbaum F

Foot & Ankle Int. 2010 May 31 (5):385-90 20460064

CONTEXTE : Il a été précédemment démontré que la thérapie par ondes de choc radiales extracorporelles est un traitement efficace de l'aponévrosite plantaire chronique lorsqu'elle est administrée en trois séances. La présente étude a testé l'hypothèse selon laquelle l'aponévrosite plantaire chronique pouvait également être traitée avec succès par thérapie par ondes de choc radiales extracorporelles en effectuant seulement deux séances de traitement.

MATÉRIEL ET MÉTHODES : Un total de cinquante patients souffrant d'aponévrosite plantaire chronique unilatérale ont été assignés au hasard pour recevoir une thérapie par ondes de choc radiales extracorporelles (n=25) ou un traitement placebo (n=25). La thérapie par ondes de choc radiales extracorporelles a été appliquée en deux séances à une semaine d'intervalle (2000 impulsions avec une densité de flux d'énergie de 0,16 mJ/mm² par séance). Le traitement placebo était effectué avec une attache de fermeture sur le talon. Les critères d'évaluation étaient la modification du score sur une échelle analogique visuelle et du score modifié de Roles et Maudsley entre l'évaluation initiale et le suivi après quatre, douze et vingt-quatre semaines.

RÉSULTATS : Les scores moyens sur une échelle analogique visuelle avaient diminué après thérapie par ondes de choc radiales extracorporelles, passant de 8,52 ± 0,34 (moyenne ± ET) au départ à 0,64 ± 1,52 après quatre semaines, 1,08 ± 0,28 après douze semaines et 0,52 ± 0,14 après vingt-quatre semaines. On constatait une modification similaire des scores moyens de Roles et Maudsley après thérapie par ondes de choc radiales extracorporelles mais cette variation n'était pas observée après le traitement placebo. L'analyse statistique a démontré que la thérapie par ondes de choc radiales extracorporelles engendrait une diminution significative du score moyen sur une échelle analogique visuelle et du score moyen de Roles et Maudsley pour tous les intervalles de suivi par rapport à un traitement placebo (chacun avec p < 0,001). Aucun événement indésirable grave de la thérapie par ondes de choc radiales extracorporelles n'a été observé.

CONCLUSION : La thérapie par ondes de choc radiales extracorporelles avec le DolorClast® est efficace pour le traitement de l'aponévrosite plantaire chronique même lorsque l'on n'effectue que deux séances de 2000 impulsions chacune à une semaine d'intervalle.

NIVEAU D'ÉVIDENCE : Niveau 1 (étude thérapeutique prospective, randomisée, en double aveugle, contrôlée).

Tendinopathie d'Achille :

Traitement d'une tendinopathie corporéale d'Achille : comparaison entre charge excentrique seule et charge excentrique associée aux ondes de choc extracorporelles avec le DolorClast®, étude clinique randomisée en double aveugle

Rompe JD, Furia J, Maffulli N.

Am J Sports Med 2009;37:463-470

CONTEXTE : Les résultats d'une précédente étude randomisée contrôlée ont mis en évidence une efficacité comparable d'un entraînement avec charge excentrique standardisée et d'un traitement répétitif par ondes de choc de faible énergie chez des patients souffrant de tendinopathie chronique de la portion moyenne du tendon d'Achille. Aucun essai randomisé n'a jusqu'à présent testé si une approche combinée permet d'obtenir des résultats encore meilleurs. **OBJECTIF** : Comparer l'efficacité de deux stratégies de traitement - groupe 1 : charge excentrique seule et groupe 2 : charge excentrique associée au traitement répétitif par ondes de choc de faible énergie. **CONCEPTION DE L'ÉTUDE** : Essai randomisé contrôlé ; niveau d'évidence 1.

MÉTHODES : Soixante-huit patients souffrant de tendinopathie chronique récalcitrante (depuis plus de six mois) non insertionnelle du tendon d'Achille ont été recrutés dans une étude randomisée contrôlée. Tous les patients avaient été traités sans succès pendant plus de trois mois, ces tentatives de traitement incluant au moins (1) des injections locales péri-tendineuses, (2) des anti-inflammatoires non stéroïdiens et (3) de la kinésithérapie. Les auteurs ont eu recours à un système informatisé de génération de numéros au hasard pour tirer au sort le schéma d'attribution des traitements. L'analyse a eu lieu sur base de la population de projet thérapeutique.

RÉSULTATS : Quatre mois après l'évaluation initiale, le score VISA-A avait augmenté dans les deux groupes, passant de 50 à 73 points pour le groupe 1 (charge excentrique seule) et de 51 à 87 points pour le groupe 2 (charge excentrique associée au traitement par ondes de choc). La notation de la douleur avait diminué dans les deux groupes, passant de 7 à 4 points pour le groupe 1 et de 7 à 2 points pour le groupe 2. Dix-neuf des 34 patients du groupe 1 (56%) et 28 des 34 patients du groupe 2 (82%) faisaient état d'une échelle de Likert de 1 ou 2 points (« guérison complète » ou « très nette amélioration »). Pour toutes les mesures de résultat, on a constaté une différence significative entre les groupes 1 et 2 en faveur de l'approche combinée lors du suivi après quatre mois. Un an après l'évaluation initiale, on n'observait plus aucune différence, quinze échecs parmi les patients du groupe 1 ayant choisi de recevoir le traitement combiné lors de la permutation des groupes et six échecs parmi les patients du groupe 2 ayant subi une intervention chirurgicale.

CONCLUSION : Lors du suivi après quatre mois, la charge excentrique seule était moins efficace que l'association d'une charge excentrique et d'un traitement répétitif par ondes de choc de faible énergie.

Traitement d'une tendinopathie d'Achille d'insertion: comparaison entre charge excentrique seule et charge excentrique associée aux ondes de choc extracorporelles avec le DolorClast®, étude clinique randomisée en double-aveugle.

Rompe JD, Furia J, Maffulli N.

J Bone Joint Surg Am 2008;90:52-61

CONTEXTE : Le traitement non chirurgical de la tendinopathie chronique de l'insertion du tendon d'Achille n'a été que peu étudié. Suite à la récente démonstration de l'efficacité d'une charge excentrique et d'un traitement répétitif par ondes de choc de faible énergie chez les patients souffrant de tendinopathie chronique de la portion moyenne du tendon d'Achille, l'objectif de la présente étude randomisée contrôlée était de vérifier l'efficacité de ces deux procédures exclusivement chez des patients souffrant de tendinopathie d'Achille d'insertion.

MÉTHODES : Cinquante patients souffrant de tendinopathie chronique récalcitrante (depuis au moins six mois) du tendon d'Achille d'insertion ont été recrutés dans une étude randomisée contrôlée. Tous les patients avaient bénéficié d'un traitement, notamment des injections locales d'un anesthésique et/ou de corticostéroïdes, la prescription d'anti-inflammatoire non stéroïdiens et de la kinésithérapie, cela sans succès pendant au moins trois mois. Les auteurs ont eu recours à un système informatisé de génération de numéros au hasard pour tirer au sort le schéma d'attribution des traitements. Vingt-cinq patients ont été assignés pour recevoir le traitement par charge excentrique (groupe 1) et les vingt-cinq autres ont été assignés pour recevoir le traitement répétitif par ondes de choc de faible énergie (groupe 2). L'analyse a eu lieu sur base de la population de projet thérapeutique. Le premier suivi a eu lieu après quatre mois, après quoi les patients étaient autorisés à opter pour une permutation des groupes. La dernière évaluation de suivi a eu lieu un an après la fin du traitement initial.

Les patients ont été évalués pour la douleur, la fonction et l'activité en utilisant un questionnaire validé (le questionnaire VISA-A [Victorian Institute of Sport Assessment-Achilles]).

RÉSULTATS : Quatre mois après l'évaluation initiale, le score VISA-A moyen avait augmenté dans les deux groupes, passant de 53 à 63 points pour le groupe 1 et de 53 à 80 points pour le groupe 2. La notation de la douleur avait diminué, passant de 7 à 5 points pour le groupe 1 et de 7 à 3 points pour le groupe 2. Sept patients (28%) du groupe 1 et seize patients (64%) du groupe 2 se sont déclarés totalement guéris ou ont fait état d'une amélioration très marquée. Pour toutes les mesures de résultat, le groupe ayant reçu le traitement par ondes de choc a présenté des résultats significativement plus favorables que le groupe traité par charge excentrique ($p = 0,002$ à $p = 0,04$). Après quatre mois, dix-huit des vingt-cinq patients du groupe 1 ont opté pour une permutation des groupes, ainsi que huit des vingt-cinq patients du groupe 2. Les résultats favorables quatre mois après traitement par ondes de choc sont demeurés stables lors de l'évaluation de suivi après un an.

CONCLUSIONS : La charge excentrique telle qu'elle a été appliquée lors de la présente étude a fourni des résultats inférieurs à ceux d'un traitement par ondes de choc de faible énergie appliqué à des patients souffrant de tendinopathie chronique récalcitrante du tendon d'Achille d'insertion lors du suivi après quatre mois. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux définir les indications de cette modalité de traitement.

Traitement d'une tendinopathie d'Achille d'insertion: comparaison entre charge excentrique seule et charge excentrique associée aux ondes de choc extracorporelles avec le DolorClast®, étude clinique randomisée en double-aveugle.

Rompe JD, Furia J, Maffulli N.

J Bone Joint Surg Am 2008;90:52-61

CONTEXTE : Le traitement non chirurgical de la tendinopathie chronique de l'insertion du tendon d'Achille n'a été que peu étudié. Suite à la récente démonstration de l'efficacité d'une charge excentrique et d'un traitement répétitif par ondes de choc de faible énergie chez les patients souffrant de tendinopathie chronique de la portion moyenne du tendon d'Achille, l'objectif de la présente étude randomisée contrôlée était de vérifier l'efficacité de ces deux procédures exclusivement chez des patients souffrant de tendinopathie d'Achille d'insertion.

MÉTHODES : Cinquante patients souffrant de tendinopathie chronique récalcitrante (depuis au moins six mois) du tendon d'Achille d'insertion ont été recrutés dans une étude randomisée contrôlée. Tous les patients avaient bénéficié d'un traitement, notamment des injections locales d'un anesthésique et/ou de corticostéroïdes, la prescription d'anti-inflammatoire non stéroïdiens et de la kinésithérapie, cela sans succès pendant au moins trois mois. Les auteurs ont eu recours à un système informatisé de génération de numéros au hasard pour tirer au sort le schéma d'attribution des traitements. Vingt-cinq patients ont été assignés pour recevoir le traitement par charge excentrique (groupe 1) et les vingt-cinq autres ont été assignés pour recevoir le traitement répétitif par ondes de choc de faible énergie (groupe 2). L'analyse a eu lieu sur base de la population de projet thérapeutique. Le premier suivi a eu lieu après quatre mois, après quoi les patients étaient autorisés à opter pour une permutation des groupes. La dernière évaluation de suivi a eu lieu un an après la fin du traitement initial. Les patients ont été évalués pour la douleur, la fonction et l'activité en utilisant un questionnaire validé (le questionnaire VISA-A [Victorian Institute of Sport Assessment-Achilles]).

RÉSULTATS : Quatre mois après l'évaluation initiale, le score VISA-A moyen avait augmenté dans les deux groupes, passant de 53 à 63 points pour le groupe 1 et de 53 à 80 points pour le groupe 2. La notation de la douleur avait diminué, passant de 7 à 5 points pour le groupe 1 et de 7 à 3 points pour le groupe 2. Sept patients (28%) du groupe 1 et seize patients (64%) du groupe 2 se sont déclarés totalement guéris ou ont fait état d'une amélioration très marquée. Pour toutes les mesures de résultat, le groupe ayant reçu le traitement par ondes de choc a présenté des résultats significativement plus favorables que le groupe traité par charge excentrique ($p = 0,002$ à $p = 0,04$). Après quatre mois, dix-huit des vingt-cinq patients du groupe 1 ont opté pour une permutation des groupes, ainsi que huit des vingt-cinq patients du groupe 2. Les résultats favorables quatre mois après traitement par ondes de choc sont demeurés stables lors de l'évaluation de suivi après un an.

CONCLUSIONS : La charge excentrique telle qu'elle a été appliquée lors de la présente étude a fourni des résultats inférieurs à ceux d'un traitement par ondes de choc de faible énergie appliqué à des patients souffrant de tendinopathie chronique récalcitrante du tendon d'Achille d'insertion lors du suivi après quatre mois. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux définir les indications de cette modalité de traitement.

Charge excentrique seule, traitement par ondes de choc seul ou stratégie attentiste au cours de tendinopathie de la portion principale du tendon d'Achille : étude clinique randomisée en double-aveugle.

Rompe JD, Nafe B, Furia JP, Maffulli N

Am J Sports Med 2007;35:374-383

CONTEXTE : Peu d'études randomisées contrôlées ont comparé différentes méthodes de prise en charge de la tendinopathie de la portion principale du tendon d'Achille.

OBJECTIF : Comparer l'efficacité de trois stratégies de traitement - groupe 1 : charge excentrique ; groupe 2 : traitement par ondes de choc répétitives de faible énergie ; groupe 3 : stratégie attentiste -- chez des patients souffrant de tendinopathie chronique de la portion principale du tendon d'Achille.

CONCEPTION DE L'ÉTUDE : Essai randomisé contrôlé ; niveau d'évidence 1.

MÉTHODES : Soixante-quinze patients souffrant de tendinopathie chronique récalcitrante (depuis plus de six mois) non insertionnelle du tendon d'Achille ont été recrutés dans une étude randomisée contrôlée. Tous les patients avaient été traités sans succès pendant plus de trois mois, ces tentatives de traitement incluant au moins (1) des injections locales péritendineuses, (2) des anti-inflammatoires non stéroïdiens et (3) de la kinésithérapie. Les auteurs ont eu recours à un système informatisé de génération de numéros au hasard pour tirer au sort le schéma d'attribution des traitements. L'analyse a eu lieu sur base de la population de projet thérapeutique.

RÉSULTATS : Quatre mois après l'évaluation initiale, le score VISA-A (Victorian Institute of Sport Assessment A) avait augmenté parmi tous les groupes, passant de 51 à 76 points pour le groupe 1 (charge excentrique), de 50 à 70 points pour le groupe 2 (traitement par ondes de choc répétitives de faible énergie) et de 48 à 55 points pour le groupe 3 (stratégie attentiste). La notation de la douleur avait diminué parmi tous les groupes, passant de 7 à 4 points pour le groupe 1, de 7 à 4 points pour le groupe 2 et de 8 à 6 points pour le groupe 3. Quinze des 25 patients du groupe 1 (60%), 13 des 25 patients du groupe 2 (52%) et 6 des 25 patients du groupe 3 (24%) faisaient état d'une échelle de Likert de 1 ou 2 points (« guérison complète » ou « très nette amélioration »). Pour toutes les mesures de résultat, il n'y avait pas de différence significative entre les groupes 1 et 2. Pour toutes les mesures de résultat, les groupes 1 et 2 présentaient des résultats significativement meilleurs que le groupe 3.

CONCLUSION : Lors du suivi après quatre mois, la charge excentrique et le traitement par ondes de choc de faible énergie fournissaient des résultats comparables. Une stratégie attentiste s'est avérée inefficace pour la prise en charge de la tendinopathie chronique récalcitrante de la portion principale du tendon d'Achille.

Traitement de la périostite tibiale :

Etude clinique contrôlée avec groupe témoin sur le traitement par ondes de choc radiales de la périostite tibiale.

Rompe JD, Caccio A, Furia JP, Maffulli N.

Am J Sports Med 2009, 23 septembre [publicité électronique avant parution]

CONTEXTE : Le syndrome de périostite tibiale (medial tibial stress syndrome ou MTSS) est un syndrome douloureux impliquant l'origine tibiale du muscle tibial postérieur ou du muscle soléaire. La thérapie extracorporelle par ondes de choc est efficace contre de nombreux types de syndromes de douleur au point d'insertion.

HYPOTHÈSE : La thérapie extracorporelle par ondes de choc est un traitement efficace contre le syndrome de périostite tibiale chronique.

CONCEPTION DE L'ÉTUDE : Etude cas-témoins ; niveau d'évidence 3.

MÉTHODES : Quarante-sept patients consécutifs souffrant de syndrome de périostite tibiale chronique récalcitrant ont suivi un programme standardisé d'entraînement à domicile et reçu une thérapie par ondes de choc radiales répétitives de faible énergie (2000 chocs ; 2,5 bars de pression, ce qui équivaut à 0,1 mJ/mm² ; densité totale de flux d'énergie : 200 mJ/mm² ; pas d'anesthésie locale) (groupe traité). Quarante-sept patients souffrant de syndrome de périostite tibiale chronique récalcitrant n'ont pas été traités par ondes de choc, mais ont uniquement suivi un programme standardisé d'entraînement à domicile (groupe témoin). L'évaluation reposait sur le changement observé sur une échelle de notation numérique. Le degré de récupération était mesuré sur une échelle de Likert en six points (les patients avec une notation correspondant à une guérison complète ou à une amélioration notable étaient considérés comme une réussite du traitement).

RÉSULTATS : Un mois, quatre mois et quinze mois après l'évaluation initiale, le taux de réussite parmi les groupes témoin et traité selon l'échelle de Likert était respectivement de 13% et 30% ($p < 0,001$), 30% et 64% ($p < 0,001$) et 37% et 76% ($p < 0,001$). Un mois, quatre mois et quinze mois après l'évaluation initiale, la valeur moyenne sur l'échelle de notation numérique pour les groupes témoin et traité était respectivement de 7,3 et 5,8 ($p < 0,001$), 6,9 et 3,8 ($p < 0,001$), et 5,3 et 2,7 ($p < 0,001$). Quinze mois après l'évaluation initiale, 40 des 47 patients du groupe traité avaient pu recommencer à pratiquer leur sport favori au même niveau qu'avant la blessure, contre 22 des 47 patients témoins.

CONCLUSION : La thérapie par ondes de choc radiales telle qu'elle a été appliquée constitue un traitement efficace lors de syndrome de périostite tibiale.

Syndrome douloureux du grand trochanter :

Entraînement à domicile, injection locale de corticostéroïde ou thérapie par ondes de choc radiales lors de syndrome douloureux du grand trochanter, étude clinique avec groupe contrôlé.

Rompe JD, Segal NA, Cacchio A, Furia JP, Morral A, Maffulli N.

Am J Sports Med 2009;37 1981-1990

CONTEXTE : Il n'y a pas eu d'études contrôlées visant à tester l'efficacité de diverses stratégies non opératoires pour le traitement du syndrome douloureux du grand trochanter.

HYPOTHÈSE : L'hypothèse nulle était que l'injection locale de corticostéroïde, l'entraînement à domicile et une thérapie par ondes de choc radiales répétitives de faible énergie fournissent des résultats équivalents quatre mois après l'évaluation initiale.

CONCEPTION DE L'ÉTUDE : Essai clinique randomisé contrôlé ; niveau d'évidence 2.

MÉTHODES : Deux cent vingt-neuf patients atteints de syndrome douloureux du grand trochanter unilatéral réfractaire ont été assignés de manière séquentielle à un programme d'entraînement à domicile, une injection locale unique de corticostéroïde (25 mg de prednisolone) ou une thérapie par ondes de choc radiales répétitives de faible énergie. Ces patients ont été soumis à une évaluation des résultats au départ et après un, quatre et quinze mois. Les mesures de résultat primaires étaient le degré de récupération sur une échelle de Likert en six points (les patients avec une notation correspondant à une guérison complète ou à une amélioration notable étaient considérés comme une réussite du traitement) et la sévérité de la douleur au cours de la semaine écoulée (de 0 à 10 points) lors du suivi après quatre mois.

RÉSULTATS : Un mois après l'évaluation initiale, les résultats après injection de corticostéroïde (taux de réussite : 75% ; notation de la douleur : 2,2 points) étaient significativement meilleurs que ceux obtenus après entraînement à domicile (7% ; 5,9 points) ou thérapie par ondes de choc (13% ; 5,6 points). Concernant la réussite du traitement après quatre mois, la thérapie par ondes de choc radiales engendrait des résultats significativement meilleurs (68% ; 3,1 points) que l'entraînement à domicile (41% ; 5,2 points) et l'injection de corticostéroïde (51% ; 4,5 points). L'hypothèse nulle a donc été rejetée. Quinze mois après l'évaluation initiale, la thérapie par ondes de choc radiales (74% ; 2,4 points) et l'entraînement à domicile (80% ; 2,7 points) engendraient un taux de réussite significativement plus élevé que l'injection de corticostéroïde (48% ; 5,3 points).

CONCLUSION : Le rôle de l'injection de corticostéroïdes lors de syndrome douloureux du grand trochanter doit être reconsidéré. Il convient d'informer correctement les patients sur les avantages et inconvénients des différentes options de traitement, y compris en termes de charge économique. La supériorité significative à court terme d'une injection unique de corticostéroïde par rapport à un entraînement à domicile et à une thérapie par ondes de choc diminue après un mois. L'injection de corticostéroïde et l'entraînement à domicile engendrent significativement moins de réussites que la thérapie par ondes de choc lors du suivi après quatre mois. L'injection de corticostéroïde engendre significativement moins de réussites que l'entraînement à domicile ou la thérapie par ondes de choc lors du suivi après quinze mois.

Thérapie extracorporelle par ondes de choc de faible énergie en tant que traitement du syndrome douloureux du grand trochanter ; étude clinique contrôlée avec groupe témoin.

Furia JP, Rompe JD, Maffulli N.

Am J Sports Med 2009;37:1806-1813

CONTEXTE : Le syndrome douloureux du grand trochanter est souvent la manifestation d'une tendinopathie glutéale sous-jacente. Une thérapie extracorporelle par ondes de choc est efficace contre de nombreux types de tendinopathies.

HYPOTHÈSE : Une thérapie par ondes de choc constitue un traitement efficace lors de syndrome douloureux chronique du grand trochanter.

CONCEPTION DE L'ÉTUDE : Etude cas-témoins ; niveau d'évidence 3.

MÉTHODES : Trente-trois patients atteints de syndrome douloureux chronique du grand trochanter ont reçu une thérapie par ondes de choc de faible énergie (2000 chocs ; 4 bars de pression, ce qui équivaut à 0,18 mJ/mm² ; densité totale de flux d'énergie : 360 mJ/mm²). Trente-trois patients atteints de syndrome douloureux chronique du grand trochanter n'ont pas été traités par ondes de choc mais ont bénéficié de formes supplémentaires de traitement non opératoire (témoins). Toutes les procédures de thérapie par ondes de choc ont eu lieu sans anesthésie. L'évaluation reposait sur la modification du score sur une échelle analogique visuelle, du score de hanche de Harris et du score de Roles et Maudsley.

RÉSULTATS : La valeur moyenne du score sur une échelle analogique visuelle avant traitement était respectivement de 8,5 et 8,5 pour le groupe témoin et le groupe traité par ondes de choc. Un, trois et douze mois après le traitement, la valeur moyenne du score sur une échelle analogique visuelle pour le groupe témoin et le groupe traité par ondes de choc était respectivement de 7,6 et 5,1 ($p < 0,001$), 7 et 3,7 ($p < 0,001$), et 6,3 et 2,7 ($p < 0,001$). Un, trois et douze mois après le traitement, la valeur moyenne du score de hanche de Harris pour le groupe témoin et le groupe traité par ondes de choc était respectivement de 54,4 et 69,8 ($p < 0,001$), 56,9 et 74,8 ($p < 0,001$) et 57,6 et 79,9 ($p < 0,001$). Lors du suivi final, le nombre de résultats excellent, bon, satisfaisant et insuffisant pour les groupes traité par ondes de choc et témoin était respectivement de 10 et 0 ($p < 0,001$), 16 et 12 ($p < 0,001$), 4 et 13 ($p < 0,001$) et 3 et 8 ($p < 0,001$). Une analyse par la méthode du chi carré montre que le pourcentage de patients avec des scores de Roles et Maudsley excellent (1) ou bon (2) (c'est-à-dire réussite du traitement) douze mois après le traitement était plus élevé parmi le groupe traité par ondes de choc que parmi le groupe témoin et que cette différence était statistiquement significative ($p < 0,0011$).

CONCLUSION : Une thérapie par ondes de choc constitue un traitement efficace lors de syndrome douloureux du grand trochanter.

Traitement des algies de l'épaule : syndrome douloureux sous-acromial :

Traitement extracorporel par ondes de choc radiales avec le DolorClast® comparé à des exercices supervisés chez des patients atteints de syndrome douloureux sous-acromial : étude randomisée en simple aveugle.

Engebreetsen K, Grotle M, Bautz-Holter E, Sandvik L, Juel NG, Ekeberg OM, Brox JI.

Brit Med J 2009;339:b3360. doi: 10,1136/bmj.b3360.

OBJECTIF : Comparer l'efficacité d'une thérapie extracorporelle par ondes de choc radiales à celle d'exercices supervisés chez des patients souffrant de douleur à l'épaule.

CONCEPTION : Etude randomisée en simple aveugle.

ÉTABLISSEMENT HOSPITALIER : Clinique de jour de médecine physique et département de revalidation d'Oslo, en Norvège.

PARTICIPANTS : 104 patients souffrant de douleur sous-acromiale de l'épaule depuis au moins trois mois.

INTERVENTIONS : Thérapie extracorporelle par ondes de choc radiales : une séance par semaine pendant quatre à six semaines. Exercices supervisés : deux séances hebdomadaires de 45 minutes pendant un maximum de douze semaines. Mesures de résultat primaire : douleur à l'épaule et indice d'invalidité.

RÉSULTATS : On a constaté un effet du traitement en faveur des exercices supervisés après six, douze et dix-huit semaines. L'effet ajusté du traitement était de -8,4 points (intervalle de confiance 95% : -16,5 à -0,6). Une proportion significativement plus élevée de patients du groupe traité par des exercices supervisés présentaient une amélioration ; risque relatif approché : 3,2 (1,3 à 7,8). Davantage de patients parmi le groupe traité par ondes de choc ont nécessité un traitement supplémentaire entre douze et dix-huit semaines ; risque relatif approché : 5,5 (1,3 à 26,4).

CONCLUSION : Des exercices supervisés sont plus efficaces qu'une thérapie extracorporelle par ondes de choc radiales pour obtenir une amélioration à court terme chez des patients souffrant de douleur sous-acromiale de l'épaule. **ENREGISTREMENT DE L'ÉTUDE** : Essais cliniques NCT00653081.

Mise au point

Que penser des ondes de choc dans le traitement des lésions tendinomusculaires en 2011 ?

*How shockwaves can treat musculotendinous lesions in 2011?*H. de Labareyre^{a,*,b}^a Clinique des Lilas, 49, avenue du Mal-Juin, 93260 Les Lilas, France^b Service d'orthopédie, hôpital de la Pitié, 83, boulevard de l'hôpital, 75013 Paris, France

Résumé

Après 11 ans d'utilisation, nous obtenons de réelles satisfactions avec le traitement des tendinopathies par les ondes de choc (ODC) radiales. Nous donnons les résultats de notre activité quotidienne et les comparons aux résultats de la littérature. Les mécanismes d'action sont précisés. Le protocole utilisé comporte un maximum de six séances, à raison d'une ou deux fois par semaine et les résultats sont appréciés au moins six semaines après la dernière séance. Nous donnons toujours le conseil de poursuivre les activités sportives à condition de respecter la douleur et d'éviter les sports explosifs. Environ 1800 patients font partie de l'étude et les résultats sont les suivants : tendinopathie calcanéenne (75 %) ; enthésopathie calcanéenne (65 %) ; aponévrosite plantaire (68 %) ; enthésopathie haute des ischio-jambiers (76 %) ; tendinopathie patellaire (63 %) ; tendinopathie de la coiffe des rotateurs (70 %) ; mais seulement 59 % pour l'épicondylite latérale et 54 % pour l'épicondylite médiale. Les résultats de cette étude ouverte sont très superposables à ceux que l'on retrouve dans la littérature, tant pour les ODC radiales que les ODC focalisées. Nous avons également traité 30 patients présentant des séquelles douloureuses après déchirure musculaire et 80 % d'entre eux se sont trouvés satisfaits du traitement.

© 2011 Publié par Elsevier Masson SAS.

Mots clés : Ondes de choc ; Tendinopathies ; Sports

Abstract

After 11 years of using radial shockwave therapy, we obtain a real satisfaction in the treatment of various tendinopathies. We give the results of our day-to-day clinical use and we compare it to the literature about radial and focused shockwaves. Mechanisms of action are described. We realised a maximum of six sessions, once or twice a week and the results are appreciated at least six weeks after the last session. We always gave the advice to go on with sports practice in athletes, to the condition it was painless and avoiding explosive sports. We treated about 1800 patients and the results are as following: calcaneal tendinopathy (75%); calcaneal enthesopathy (65%); plantar fasciopathy (68%); hamstrings enthesopathy (76%); patellar tendinopathy (63%); rotator cuff pathology (70%); but for lateral and medial epicondylitis, only 59 and 54% respectively. The results of this open study are very similar to results reported about radial and focused shockwaves in the scientific literature. We also treated 30 patients with muscular pain after muscle strain: 80% were satisfied of the treatment.

© 2011 Published by Elsevier Masson SAS.

Keywords: Shockwaves therapy; Tendinopathy; Sports

1. Introduction

Nous avons déjà rapporté dans les colonnes du journal de traumatologie du sport, notre expérience sur les ondes de choc

(ODC) radiales dans le cadre des tendinopathies calcanéennes [1,2]. L'objectif de cette mise au point est d'en actualiser les résultats et d'élargir la vision des ODC sur un plus grand nombre de pathologies tendineuses en faisant la revue de la littérature. Notre propos est d'exposer ce que l'on peut attendre de cette thérapeutique récente, compte-tenu des données actuelles.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : hdelabareyre@wanadoo.fr

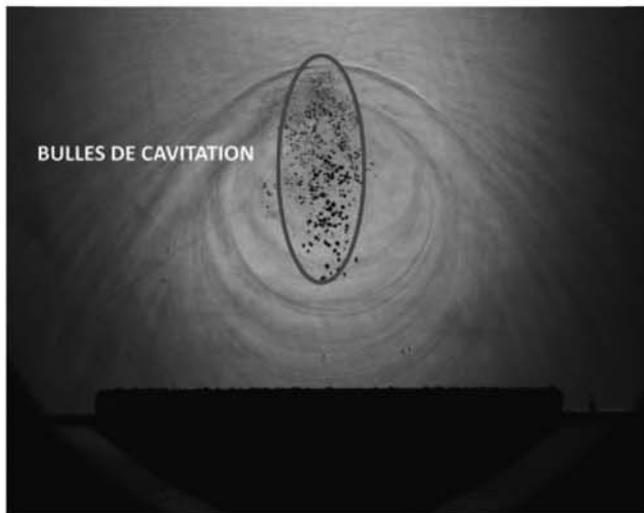


Fig. 1. Zone d'action d'une onde de choc focalisée.

Les ODC destinées au traitement des tendinopathies sont utilisées en France depuis 12 ans. Elles restent encore méconnues.

Le terme d'ODC est, en principe, réservé aux ondes sonores. Les ODC se manifestent à distance de leur zone d'émission. Une ODC se caractérise par une augmentation transitoire et brutale de pression de forte amplitude pendant un temps très court (10 ms). À cette phase d'augmentation succède une phase de pression négative, un peu plus prolongée, qui sera à l'origine des phénomènes de cavitation qui entrent en ligne de compte dans l'action mécanique des ODC [3] (Fig. 1 et 2). Par extension, le terme d'ODC est également employé pour dénommer l'onde mécanique qui se transmet à partir d'un point de percussion directe.

L'image la plus simple que l'on puisse donner est celle de la vitre que l'on peut casser en faisant exploser une charge à distance (ODC sonore) ou en la percutant directement à l'aide d'un marteau.

Les machines utilisant une technologie ultrasonore délivrent des ODC dites « focalisées » (ODCF) car elles sont libérées en un point précis à distance de la lentille d'émission, alors

que celles qui fonctionnent par choc direct délivrent des ODC rayonnantes, dites « radiales », (ODCR) libérées directement au contact de la tête émettrice. La zone d'action des ODCF a la forme d'un cigare plus ou moins allongé alors que celle des ODCR a la forme d'un cône. La zone d'énergie maximale des ODCF est située au centre du cigare, à distance de la tête d'émission, alors qu'elle se trouve au point de contact de l'appareil pour les ODCR. Le niveau d'énergie des ODCF et des ODCR est devenu comparable mais la profondeur de pénétration est supérieure pour les ODCF (10–11 cm contre 4–5 cm). Cela justifie l'utilisation concomitante de l'échographie avec les ODCF, de façon à bien centrer la zone d'action sur la lésion. Toutes les ODC sont extracorporelles, ce qui justifie mal les appellations anglo-saxonnes *extracorporeal shockwave therapy* (ESWT) versus *radial shockwave therapy* (RSWT).

2. Les tendances actuelles du traitement des tendinopathies

La tendance empirique actuelle du traitement des tendinopathies mécaniques consiste à essayer de répondre directement au problème en privilégiant les traitements mécaniques, en particulier chez le sportif (rééducation, conseils techniques, orthèses).

Une deuxième tendance est de préférer les traitements locaux aux traitements généraux. Les traitements AINS ne répondent qu'imparfaitement au problème car la composante inflammatoire d'une tendinopathie est très limitée, voire absente. Les infiltrations ont parfois des résultats brillants mais sont d'une totale inefficacité mécanique et ont un rôle fragilisant sur les tendons.

La troisième notion consiste à limiter les prescriptions médicamenteuses aux situations où leur efficacité est patente et durable afin de limiter, entres autres, les risques d'effets secondaires.

Les ODC sont susceptibles de répondre favorablement à ces trois orientations thérapeutiques et cela peut justifier leur utilisation.

3. Historique

Le terme d'ODC est apparu en médecine dans les années 1980 dans le cadre du traitement des lithiases urinaires. La lithotritie ultrasonore extracorporelle était née, bientôt suivie par des techniques de lithotritie intracorporelle, avec choc direct du calcul par cathétérisme des voies urinaires.

Par association d'idées, les thérapeutes ont étudié les possibilités d'action mécanique des ODC sur la consolidation des pseudarthroses (avec un certain succès) puis sur les calcifications tendineuses. Les déceptions enregistrées sur les calcifications associées aux satisfactions des améliorations fonctionnelles ont progressivement fait dévier les indications vers les tendinopathies non calcifiées. Ces dernières indications sont en cours d'évaluation un peu partout dans le monde. Les premières publications sont allemandes : par Dahmen pour les ODC focalisées en 1992 [4] et Rompe pour les ODC radiales en 1996 [5].

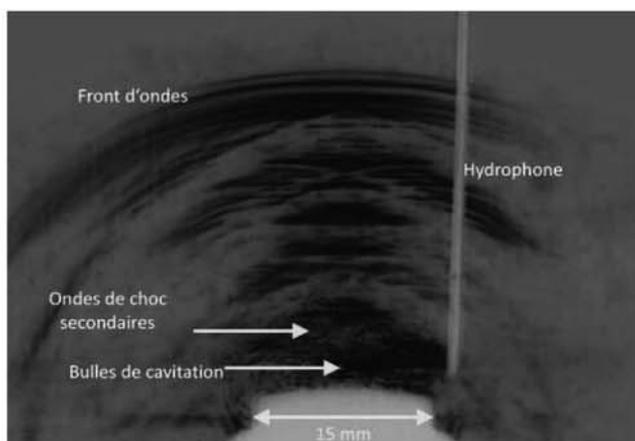


Fig. 2. Propagation d'une onde de choc radiale.

4. Évaluation des ondes de choc

De nombreuses études paraissent, actuellement, tant pour déterminer les modes d'action des ODC que pour évaluer leur efficacité thérapeutique.

4.1. Modes d'action

A – L'action mécanique, défibrosante, « traumatisante », est primordiale. C'est d'elle que l'on attend les résultats à long terme. Les ODC pourraient se comporter comme des « super » massages transverses profonds, utilisés en rééducation. Tout se passe comme si on créait une néolésion, à échelle microscopique, susceptible de mieux cicatriser ensuite. L'agression que représente une séance d'ODC est une stimulation des tissus tendineux que l'on souhaite faire cicatriser.

Cela veut dire que l'efficacité d'un traitement peut ne pas être observée immédiatement mais qu'il faut attendre les délais normaux de cicatrisation des tissus mous, qui sont de l'ordre de six semaines, pour apprécier le résultat final. Certains auteurs suggèrent d'évaluer l'efficacité des traitements après des délais encore plus longs, avançant la notion de « dépendance-temps ». Cette méthode nous paraît pouvoir surestimer les résultats car le temps qui passe fait parfois bien les choses (!) sauf s'ils sont comparés à ceux d'un traitement placebo pendant le même délai.

On observe une hypervascularisation à l'issue d'une séance (prouvée par écho-Doppler couleur), susceptible d'améliorer le métabolisme local. Des études chez l'animal ont également noté une augmentation du réseau capillaire après traitement par ODC, que ce soit à la jonction tendon-os ou après traumatisme du tendon calcanéen (plaie à l'aiguille ou section-réparation du tendon) : une meilleure qualité de cicatrisation a également été soulignée [6–9]. Une étude chez le porc a, par ailleurs, montré que l'utilisation des ODC au-delà d'un certain niveau d'énergie était susceptible de créer des lésions tendineuses [10].

Il n'a jamais été prouvé que les ODC entraînaient une destruction des récepteurs de la douleur. En revanche, il a été montré que les fibres nerveuses amyéliniques, conductrices de la douleur, sont altérées par les ODC [11]. La myéline qui entoure d'autres fibres nerveuses jouerait un rôle protecteur.

B – Le deuxième mode d'action est biochimique. On peut en attendre une action à moyen terme. Les chocs répétés sont à l'origine de libération de substances antalgiques à un niveau local. En outre, les ODC entraînent une diminution de la concentration de la substance P, neurotransmetteur de la douleur, après une augmentation initiale [12]. Cet effet vient en complément de l'action mécanique et est à l'origine de l'amélioration clinique plus précoce que l'on peut observer dès les premières séances alors que l'action mécanique n'a pas eu le temps de se manifester.

C – La théorie du gate-control explique l'action antalgique immédiate observée en cours de séance ou juste après. On ne peut en attendre d'efficacité qu'à très court terme.

4.2. Efficacité thérapeutique

Les premières études réalisées, les plus anciennes, sont des études ouvertes et sont résolument optimistes. Plus récem-

ment, sont parues des études scientifiquement et statistiquement plus valides (double insu, traitement contre placebo, comparaisons de thérapeutiques) : leurs résultats sont nettement moins uniformes et difficiles à comparer entre eux (matériels et protocoles différents). Certains articles retrouvent une efficacité réelle mais d'autres ne trouvent pas de supériorité par rapport au placebo. Quelques méta-analyses évaluent la fiabilité des études et soulignent ces discordances [13–16]. Nous les détaillerons plus loin. Une grande incertitude persiste concernant les niveaux d'énergie nécessaires, le nombre de séances et leur espacement.

4.3. Les contre-indications

Deux contre-indications essentielles sont à retenir car elles interdisent d'exercer une action traumatisante locale :

- les patients sous traitement anticoagulant ou présentant des troubles de la coagulation ;
- les patients présentant un syndrome douloureux régional complexe (algodystrophie).

D'autres sont plutôt des contre-indications de principe ou de bon sens :

- grossesse ;
- pace-maker ;
- tumeur ou infection locale, plaie ;
- proximité pulmonaire ou intestinale ;
- proximité de matériel métallique.

En ce qui concerne les enfants, les avis sont actuellement partagés, en particulier pour le traitement de la maladie d'Osgood-Schlatter. Nous n'en avons aucune expérience.

Les bursites et les ténosynovites sont des non-indications aux traitements par ODC.

Les ODC représentent un traitement pour des indications précises. Il n'est pas cohérent de les utiliser devant n'importe quel syndrome douloureux. Elles relèvent d'une prescription médicale.

5. Notre expérience des ondes de choc radiales

Nous avons commencé à utiliser les ODCR en juillet 1999 (Dolorclast–*electro medical system* [EMS]–Suisse, Fig. 3), tout d'abord avec une grande prudence puis de plus en plus facilement au fur et à mesure que nous nous sommes aperçus que cette technique ne comportait que peu ou pas de risques.

Il était initialement classique de ne proposer cette thérapeutique qu'aux patients qui présentaient leur pathologie depuis au moins six mois et qui avaient déjà subi sans succès les thérapeutiques classiques. Actuellement, nous dérogeons totalement à ces règles et proposons les ODC en première intention sans délai d'évolution minimum.

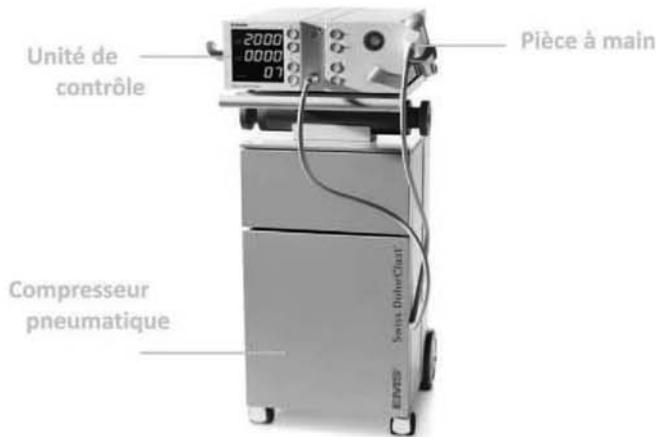


Fig. 3. Swiss dolorclast.

5.1. Les options initiales

L'espacement des séances : il nous avait initialement été proposé de suivre le modèle allemand qui proposait une série de six séances espacées de deux semaines, soit près de trois mois de traitement. Cela nous est apparu trop long pour une population de sportifs et nous avons pris le parti de raccourcir le délai entre les séances et de réaliser une séance hebdomadaire, voire deux séances par semaine dans le cadre des sportifs de haut niveau à l'INSEP.

Le nombre des séances : nous avons voulu limiter le nombre de séances à trois au départ mais notre expérience à l'INSEP, où nous réalisons trois semaines de traitement donc six séances, nous a montré que les résultats étaient sensiblement meilleurs dans ce cas. C'est le nombre de séances qui joue un rôle favorable et non pas le fait de réaliser deux séances par semaine. Si l'amélioration est suffisamment sensible en cours de traitement, le patient peut décider d'arrêter le traitement avant la sixième séance. Il s'agit donc de six séances au maximum.

Les paramètres-machine : ils sont au nombre de trois et nous avons finalement conservé ceux qui avaient été proposés par les équipes allemandes il y a 12 ans. Nous réalisons 2000 coups, à une fréquence de 9 Hz et avec une pression pneumatique allant de deux à quatre bars, en fonction de la tolérance du patient.

La mise en tension du tendon : il nous paraît hautement souhaitable de réaliser les percussions sur un tendon mis en tension.

La force des séances : il s'agit d'une technique agressive, parti pris que nous avons choisi dès le départ. Une séance est toujours douloureuse à partir du moment où le tendon est pathologique. Il faut en prévenir le patient et ne pas hésiter à appuyer sur le nez de la pièce à main (compression d'un ressort) de façon à réaliser des séances fortes, à la limite de la tolérance douloureuse. Il faut savoir que cet inconfort cède dès que la séance se termine. C'est la raison pour laquelle nous préférons la pièce à main « Power+ », plus lourde, plus énergique, à la pièce à main standard.

Une éventuelle anesthésie locale transformerait une technique agressive en technique invasive et il a été montré sur l'aponévrosite plantaire que les résultats sont moins bons car

il y a perte du rétrocontrôle du patient qui permet de guider le thérapeute sur la zone spécifiquement sensible.

Le déplacement du nez de la pièce à main : nous avons toujours opté pour un non-déplacement du nez de l'appareil sur la peau de façon à concentrer l'énergie délivrée sur la zone pathologique repérée préalablement et éviter un phénomène de dilution. Il est, néanmoins, possible d'élargir un peu la zone de traitement en changeant l'inclinaison de la tête et en faisant légèrement glisser la peau sur les tissus sous-cutanés.

La poursuite du sport : si l'on admet que les ODC créent des microlésions, il n'est pas incohérent d'essayer de guider leur cicatrisation vers la fonction que l'on souhaite récupérer. De ce fait, le repos sportif absolu n'a jamais été imposé. Nous avons incité à la poursuite de l'entraînement à condition de respecter la règle de la non douleur et de se limiter aux activités foncières (sports explosifs suspendus).

L'évaluation du résultat : elle s'est toujours faite au moins six semaines après la dernière séance quelle que soit l'impression en fin de traitement. Il faut souvent demander au moins huit semaines dans le cadre des aponévrosites.

5.2. Les résultats

S'agissant d'une étude ouverte, nos résultats ne peuvent être considérés que comme des évaluations d'efficacité. La crédibilité des résultats augmente avec l'augmentation progressive de l'importance de la population. Il faut, néanmoins, noter que nos résultats restent très stables dans le temps, ne montrant que des oscillations de quelques dixièmes de point au fur et à mesure que la série augmente.

Le traitement a toujours été isolé, excluant toute autre thérapeutique, à l'exception de hautes talonnettes dans le cadre des tendinopathies calcanéennes et de quelques éventuels conseils d'autorééducation (Fig. 4).

L'appréciation des résultats est celle des patients. Il ne s'agit pas de notre appréciation fondée sur la modification d'un score sur une échelle visuelle analogique (EVA), mais



Fig. 4. Ondes choc radiales sur une tendinopathie calcanéenne.

Tableau 1
Résultats du traitement par ondes de choc (ODC) radiales (actualisation octobre 2010).

Tendinopathie	(n) (total = 1779)	Résultats satisfaisants (%)	Nombre moyen de séances
Tendinopathie calcanéenne	594	74,7	4,4
Enthésopathie calcanéenne	156	65,4	4,7
Tendinopathie patellaire	159	62,9	4,3
Aponévrosite plantaire	384	67,7	4,5
Enthésopathie haute des ischio-jambiers	89	76,4	4,6
Épicondylite	166	59	4,6
Épitrachléite	50	54	4,8
Coiffe des rotateurs	181	70,2	4,8
Séquelles de déchirure musculaire	30	80	3,75

de l'appréciation fonctionnelle du patient lui-même. Les bons résultats englobent les patients satisfaits ou très satisfaits (et prêts à recommencer un traitement si besoin était), les mauvais résultats comprennent les améliorations incomplètes jugées insuffisantes, les impressions de non-efficacité et les aggravations éventuelles.

À ce jour, huit de nos patients se sont jugés aggravés (deux coiffes des rotateurs, trois enthésopathies calcanéennes, un épitrachléite, deux aponévrosites), soit un risque de 0,45 %.

Le chiffre que nous obtenons actuellement sur la tendinopathie calcanéenne corporéale est proche de ceux que nous avons déjà publiés : d'abord 68,3 % parmi 41 patients puis 74 % parmi 120 patients [1,2]. Nous avons observé une grande stabilité des résultats pour l'ensemble des pathologies depuis le début de notre étude (Tableau 1).

5.3. Nos commentaires

La présence d'enthésophytes ne modifie pas la qualité des résultats et nous n'avons jamais noté de modifications de ceux-ci après traitement (enthésopathie calcanéenne et aponévrosite) à la différence de Cosentino [17].

Nous avons retrouvé une modification des calcifications de l'épaule 15 fois sur 45. Ces résultats nous font dire que les calcifications d'épaule, en tant que telles, ne représentent pas une bonne indication des ODC. Si elles sont douloureuses, les chances de les soulager sont de 70 % et si elles disparaissent avec le traitement, les risques de récurrence diminuent. Il ne faut en aucun cas promettre leur disparition aux patients. Ce chiffre

Tableau 2
Les publications françaises.

Auteur	Étude	Pathologie	(n)	Résultats (%)
Brunet-Guedj, 2002 J Traumatol Sport [19]	Six à dix séances	Multiples	134	75 à 80
de Labareyre, 2002 J Traumatol Sport [2]	Six séances max	Tendinopathie calcanéenne	120	74
Rozenblat, 2003 J Traumatol Sport [20]	Six séances max. Assoc. cryothérapie gazeuse hyperbare	Multiples	333	> 70

de modifications des calcifications est voisin de celui obtenu dans les séries de la littérature.

Le chiffre que nous obtenons pour la tendinopathie patellaire est notablement meilleur que celui que nous avons il y a quelques années. Cela résulte d'un changement de technique d'application. Les résultats s'améliorent depuis que les séances sont effectuées sur un tendon sous tension, en position assise, au lieu de l'être sur un tendon détendu, genou en extension.

Les résultats que nous obtenons sur le coude ont toujours été très décevants. C'est la raison pour laquelle nous essayons actuellement une nouvelle machine à ODC, de petite taille, parfaitement utilisable sans échographe dans cette indication (Piezoclast-EMS-Suisse).

Les séquelles douloureuses de déchirure musculaire sortent du cadre de notre propos mais représentent sans doute une bonne indication peu connue de la technique (80 % de satisfaction parmi 30 patients).

5.4. Les effets secondaires

Les séances d'ODC sont douloureuses mais doivent rester tolérables par le patient. Les effets secondaires sont habituellement de quatre types : exacerbation temporaire de la douleur, rougeur et œdème locaux, excoriations cutanées, ecchymoses retardées (intéressant généralement les zones où le panicule adipeux est important). Ils sont toujours mineurs, n'interdisent jamais la poursuite du traitement et sont observés dans 10 à 20 % des cas seulement. Seul Haake et al. [18] mentionnent la survenue de migraines et la possibilité de syncopes (un cas dans notre expérience par malaise vagal).

6. Les données de la littérature

On ne retrouve que quelques publications françaises, uniquement sur les ODCR. Ce sont toutes des études ouvertes [2,19,20] (Tableau 2).

La littérature internationale est plus riche et comporte un plus grand nombre de publications sur les ODCF que sur les ODCR. Nous allons la détailler succinctement en fonction des localisations. Une étude favorable signifie que les ODC ont montré une supériorité sur le traitement placebo ou un autre traitement. Une étude défavorable signifie l'inverse. Une étude neutre si les ODC ne montrent pas de supériorité. Toutes ces études ne sont néanmoins pas comparables car leurs protocoles sont différents.

6.1. La tendinopathie calcanéenne corporéale

Curieusement, on ne retrouve qu'assez peu de publications concernant cette localisation alors qu'il s'agit du motif

de consultation le plus fréquent dans notre série. Nous avons retrouvé six publications dont cinq favorables [21–25] et deux qui ne trouvent pas de supériorité par rapport à la rééducation excentrique [26,27]. Une étude précise que la rééducation excentrique seule est moins performante que la rééducation associée aux ODC [24]. Les résultats favorables sont retrouvés dans 61 % des cas parmi 23 patients [21], 72,5 % des cas parmi 40 patients [22] et 73,2 % à six mois parmi 127 patients [25].

6.2. *La tendinopathie calcanéenne d'insertion*

Nous avons retrouvé trois publications favorables dont une qui donne 51 % de bons résultats après une séance seulement [17,28,29].

6.3. *La tendinopathie patellaire*

Nous avons retrouvé cinq publications favorables dont une qui estime que les résultats sont comparables à ceux que l'on obtient avec la chirurgie. Les chiffres de satisfaction retrouvés sont de 64,4 %, 66 %, 73,5 % et une publication atteint 90 % ! [22,30–33].

6.4. *L'aponévrosite plantaire*

Böddeker relevait déjà 21 publications en 2001 [34], sans tirer de conclusions d'efficacité alors qu'Ogden concluait à l'intérêt de la technique à travers une étude et des méta-analyses en 2001 et 2002 [16,35].

Nous avons retrouvé 29 publications depuis cette publication : 19 sont favorables, huit sont neutres et deux sont négatives. Les chiffres de satisfaction s'évaluent de 56 à 82,7 %, avec une moyenne à 67,7 % [36–43].

Dans cette localisation, la Federal Drug Administration (FDA) américaine a donné son agrément d'utilisation à quatre machines à ODCF ainsi qu'au Dolorclast.

6.5. *L'épicondylite latérale*

Les publications sont très nombreuses. Böddeker [44] relevait déjà 20 articles en 2000, leur reprochant leur manque de rigueur scientifique. Nous en avons retrouvé une douzaine de plus depuis cette date : cinq sont favorables, six sont neutres et un est négatif. Les chiffres de succès que l'on peut rapporter sont 56 %, 60 %, 73,1 % et jusqu'à 83 % pour un article italien [26,45–49].

Il faut noter que deux machines à ODCF ont obtenu l'agrément de la FDA dans cette indication.

6.6. *L'épicondylite médiale*

Nous ne l'avons retrouvée mentionnée qu'une fois. Les résultats sont mauvais, avec seulement 27 % de satisfaction [47].

6.7. *La coiffe des rotateurs*

Nous avons retrouvé 26 publications : 20 sont favorables, quatre neutres et deux défavorables.

Les chiffres de satisfaction en ce qui concerne la symptomatologie douloureuse sont nombreux s'étalant de 60 % à plus de 90 %, la moyenne étant à 75 %.

En ce qui concerne les calcifications, on retrouve quatre publications dont les résultats positifs (diminution ou disparition de la calcification) sont inférieurs à 40 %, un est à 60 % et trois donnent des chiffres au-delà de 86 % (dont une italienne à 100 %). . . Il est donc difficile de se faire une idée précise [50–58].

7. **Éléments négatifs de notre étude**

Il s'agit d'une étude ouverte. Sa force et sa fiabilité augmentent avec le nombre de patients mais la crédibilité des résultats sous-entend que les décomptes soient faits honnêtement. Nous n'effectuons aucune comparaison avec un autre traitement, la seule chose que l'on puisse dire est que les chiffres que nous obtenons sont, a priori, supérieurs aux chiffres des traitements placebos qui peuvent aller jusqu'à 40 %.

Certains groupes de patients peuvent être considérés comme trop réduits pour pouvoir apprécier judicieusement les résultats.

Il n'est pas certain que les paramètres-machines que nous avons choisis soient les meilleurs possibles. Tant que d'autres auteurs ne rapporteront pas d'éventuels meilleurs résultats avec des paramètres différents, nous conserverons les mêmes pour garder une série homogène.

Les choix d'être agressif et d'autoriser la poursuite des activités physiques peuvent être discutés.

8. **Éléments positifs de notre étude**

Les résultats que nous avançons sont proches de ceux de la littérature, souvent dans la moyenne. On peut considérer qu'ils sont satisfaisants, à l'exception du coude. On ne note pas de différences notables entre les études portant sur les ODCF ou les ODCR, y compris celles qui sont réalisées dans des normes scientifiques plus rigoureuses.

Le nombre de séances que nous réalisons est relativement limité, ce qui est un avantage pour les patients tant en termes de temps passé que de coût du traitement.

Les douleurs réveillées lors de chaque séance ne sont véritablement pas un obstacle à la poursuite du traitement et les quelques effets indésirables que nous constatons sont toujours mineurs.

La poursuite des activités physiques peut être considérée comme un élément de confort majeur pour le patient sportif et impatient.

9. **Conclusion**

Dans notre expérience, les traitements par ODC apportent de façon indiscutable une arme supplémentaire dans l'arsenal thérapeutique des tendinopathies. Ils répondent logiquement aux problèmes posés et ne demandent qu'un nombre limité de séances. À ce titre, ils peuvent sans doute être classés dans les traitements promis à un véritable avenir. Les résultats pourraient être potentialisés par l'utilisation simultanée des thérapeutiques classiques. La simplicité de la mise en œuvre du traitement

est également à mettre en avant ainsi que le très faible risque iatrogène.

Les machines à ODCF de petite taille rendent cette technique plus accessible et ouvriront peut-être de nouvelles possibilités thérapeutiques (étude coude–Piézoclast en cours).

Un plus grand nombre de publications validées est cependant nécessaire.

Conflit d'intérêt

Participation aux essais cliniques en tant qu'investigateur principal auprès de la société EMS.

Références

- [1] Labareyre H (de), Saillant G. Tendinopathies calcanéennes – formes cliniques et évaluation de l'efficacité du traitement par ondes de choc radiales. *J Traumatol Sport* 2001;18:59–69.
- [2] Labareyre H (de), Grun-rehomme M, Saillant G. À propos du traitement par ondes de choc radiales sur les tendinopathies calcanéennes ; actualisation des résultats. *J Traumatol Sport* 2002;19:244–6.
- [3] Brissot R, Lobel B. Effets biologiques des ondes de choc – application à la pathologie mécanique de l'appareil locomoteur in *Ondes de choc extra-corporelles en médecine orthopédique : acquisitions en pathologie médicale, chirurgicale et réadaptation de l'appareil locomoteur, sous la direction de Ch. Hérisson, R. Brissot, C. Jorgensen, M. Genty. Montpellier: Sauramps médical; 2004, 92.*
- [4] Dahmen GP, Meiss L, Nam VC, et al. Extrakorporale Stosswellen therapie zur Behandlung von knochenanenen Weichteilbereich an der Schulter. *Extracta Orthopædica* 1992;15:25–8.
- [5] Rompe JD, Hopf C, Nafe B, Burger R. Low-energy extracorporeal shockwave therapy for painful heel—a prospective, controlled single-blind study. *Arch Orthop Trauma Surg* 1996;115:75–91.
- [6] Ohran Z, Alper M, Akman Y, et al. An experimental study on the application of extracorporeal shockwaves in the treatment of tendon injuries; a preliminary report. *J Orthop Sci* 2001;6:566–70.
- [7] Orhan Z, Ozturan K, Guven A, Cam K. The effect of extracorporeal shockwaves on a rat model of injury to tendo achillis. A histological and mechanical study. *J Bone Joint Surg* 2004;86B:613–8.
- [8] Wang CJ, Huang HJ, Pai CH. Shockwave-enhanced neovascularization at the tendon-bone junction; an experiment in dogs. *J Foot Ankle Surg* 2002;41:16–22.
- [9] Wang CJ, Wang FS, Yang KD, Weng LH, Hsu CC, Huang CS, et al. Shockwave therapy induces neovascularization at the tendon-bone junction; a study in rabbits. *J Orthop Res* 2003;21:984–9.
- [10] Perlick L, Schiffman R, Kraft CN, et al. Extracorporeal shockwave treatment of the achilles tendinitis. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2002;140:275–80.
- [11] Hausdorf J, Lemmens MA, Heck KD, et al. Selective loss of unmyelinated nerve fibers after extracorporeal shockwave application to the musculoskeletal system. *Neuroscience* 2008;155:138–44.
- [12] Schmitz C, de Pace R. Pain relief by extracorporeal shockwave therapy: an update on the current understanding. *Urol Res* 2009;37:231–4.
- [13] Buchbinder R, Green S, White M, et al. Shockwave therapy for lateral elbow pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2002;1:CD003524.
- [14] Chung B, Wiley JP. Extracorporeal shockwave therapy; a review. *Sports Med* 2002;32:851–65.
- [15] Hamiman E, Carette S, Kennedy C, Beaton D. Extracorporeal shockwave therapy for calcific and noncalcific tendonitis of the rotator cuff; a systematic review. *J Hand Therap* 2004;17:132–51.
- [16] Ogden JA, Alvarez RG, Marlow M. Shockwave therapy for chronic proximal plantar fasciitis: a meta-analysis. *Foot Ankle Int* 2002;23:301–8.
- [17] Cosentino R, Falsetti P, Manca S, et al. Efficacy of extracorporeal shockwave treatment in calcaneal enthesophytis. *Ann Rheum Dis* 2001;60:1064–7.
- [18] Haake M, Boddeker IR, Decker T, et al. Side-effects of extracorporeal shockwave therapy (ESWT) in the treatment of tennis elbow. *Arch Orthop Trauma Surg* 2002;122:222–8.
- [19] Brunet-Guedj E, Brunet B, Girardier J, Renaud E. Traitement des tendinopathies chroniques par ondes de choc radiales. *J Traumatol Sport* 2002;19:239–43.
- [20] Rozenblat M. Utilisation simultanée des ondes de choc radiales et de la cryothérapie gazeuse hyperbare en cabinet de traumatologie sportive – à propos de 333 cas. *J Traumatol Sport* 2003;20:211–7.
- [21] Fridman R, Cain JD, Weil Jr L, Weil Sr L. Extracorporeal shockwave therapy for the treatment of achilles tendinopathies: a prospective study. *J Podiatr Med Assoc* 2008;98A:466–8.
- [22] Lohrer H, Schöll J, Arentz S. Achillobodynia and patellar tendinopathy – results of radial shockwave therapy in patients with unsuccessfully treated tendinosis. *Sportverl sport schad* 2002;16:108–14.
- [23] Rasmussen S, Christensen M, Mathiesen I, Simonson O. Shockwave therapy for chronic achilles tendinopathy; a double-blind, randomized clinical trial of efficacy. *Acta Orthop Scand* 2008;79:249–56.
- [24] Rompe JD, Furia J, Maffuli N. Eccentric loading versus eccentric loading plus shockwave treatment for midportion achilles tendinopathy; a randomized controlled trial. *J Sports Med* 2009;37A:463–70.
- [25] Vulpiani MC, Trischitta D, Trovato P, Vetrano M, Ferretti A. Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) in Achilles tendinopathy. A long-term follow-up observational study. *J sports Med Phys Fitness* 2009;49:171–6.
- [26] Rompe JD, Decking J, Schoellner C, Theis C. Repetitive low-energy shockwave treatment for chronic lateral epicondylitis in tennis players. *J Sports Med* 2004;32A:734–43.
- [27] Rompe JD, Nafe B, Furia JP, Maffuli N. Eccentric loading, shockwave treatment, or wait en see policy for tendinopathy of the main body of tendo Achillis: a randomized controlled trial. *J Sports Med* 2007;10A:23–32.
- [28] Furia JP. Extracorporeal shockwave therapy in the treatment of chronic insertional. *Achilles tendinopathy Orthopäde* 2005;34:571–8.
- [29] Rompe JD, Furia J, Maffuli N. Eccentric loading compared with shockwave treatment for chronic insertional Achilles tendinopathy. *J Bone Joint Surg* 2008;90A:52–61.
- [30] Peers KH, Lysens RJ, Brys P, Bellemans J. Cross-sectional outcome analysis of athletes with chronic patellar tendinopathy treated surgically and by extracorporeal shockwave therapy. *Clin J Sports Med* 2003;13:79–83.
- [31] Van Leeuwen MT, Zwerver J, Van den Akker-Scheek I. Extracorporeal shockwave therapy for patellar tendinopathy: a review of the literature. *J Sports Med* 2009;43B:163–8.
- [32] Vulpiani MC, Vetrano M, savoia V, Di Pangrazio E, Trischitta D, ferretti A. Jumper's knee treatment with extracorporeal shockwave therapy; a long-term follow-up observational study. *J sports Med Phys Fitness* 2007;47:323–8.
- [33] Wang CJ, Ko JY, Chan YS, Weng LH, Hsu SL. Extracorporeal shockwave for chronic patellar tendinopathy. *J sports Med* 2007;35A:972–8.
- [34] Bötdeker I, Schäffer H, Haake M. Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) in the treatment of plantar fasciitis—a biometrical review. *Clin Rheumatol* 2001;20:324–30.
- [35] Ogden JA, Alvarez R, Lewitt R, et al. Shockwave therapy for chronic plantar fasciitis. *Clin Orthop Rel Res* 2001;387:47–59.
- [36] Buchbinder R, Ptasznik R, Gordon J, et al. Ultra-sound-guided extracorporeal shockwave therapy for plantar fasciitis; a randomized controlled trial. *JAMA* 2002;28:1364–72.
- [37] D'andrea Greve JM, Grecco MV, Santos-Silva PR. Comparison of radial shockwaves and conventional physiotherapy for treating plantar fasciitis. *Clinics* 2009;64:97–103.
- [38] Gerdesmeyer L, Frey C, Vester J, et al. Radial extracorporeal shockwave therapy is safe and effective in the treatment of chronic recalcitrant plantar fasciitis—results of a confirmatory randomized placebo-controlled multicenter study. *J Sports Med* 2008;36A:2100–9.
- [39] Lohrer H, Nauck T, Dorn-Lange NV, et al. Comparison of radial versus focused extracorporeal shockwaves in plantar fasciitis using functional measures. *Foot Ankle Int* 2010;31:1–9.
- [40] Rompe JD, Decking J, Schoellner C, Nafe B. Shockwave application for chronic plantar fasciitis in running athletes; a prospective, randomized, placebo-controlled trial. *J Sports Med* 2003;31A:268–75.

- [41] Speed CA, Nichols D, Wies J, et al. Extracorporeal shockwave therapy for plantar fasciitis. A double blind randomised controlled trial. *J Orthop Res* 2003;21:937-40.
- [42] Theodore GH, Buch M, Amendola A, et al. Extracorporeal shockwave therapy for the treatment of plantar fasciitis. *Foot Ankle Int* 2004;25:290-7.
- [43] Wang CJ, Wang FS, Yang KD, et al. Long-term results of extracorporeal shockwave treatment for plantar fasciitis. *J sports Med* 2006;34A:592-6.
- [44] Böddeker I, Haake M. Extracorporeal shockwave therapy in treatment of epicondylitis humeri radialis. A current overview. *Orthopäde* 2000;29:463-9.
- [45] Crowther MA, Bannister GC, Huma H, Rooker GD. A prospective, randomised study to compare shockwave therapy and injection of steroid for the treatment of tennis elbow. *J Bone Joint Surg* 2002;84A:678-9.
- [46] Decker T, Kuhne B, Göbel F. Extracorporeal shockwave therapy in epicondylitis humeri radialis. Short-term and intermediate-term results. *Orthopäde* 2002;31:633-6.
- [47] Krischek O, Rompe JD, Hopf C, Vogel J, Herbsthofer B, Nafe B, et al. Extracorporeal shockwave therapy in epicondylitis humeri ulnaris or radialis – a prospective, controlled, comparative study. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1998;136:3-7.
- [48] Spacca G, Necozone S, Cacchio A. radial shockwave therapy for lateral epicondylitis; a prospective randomised controlled single-blinded study. *Eura Medicophys* 2005;41:17-25.
- [49] Speed CA, Nichols D, Richards C, et al. Extracorporeal shockwave therapy for lateral epicondylitis; a double blind randomised controlled trial. *J Orthop Res* 2002;20:895-8.
- [50] Cacchio A, Paoloni M, Barile A, et al. Effectiveness of radial shockwave therapy for calcific tendinitis of the shoulder: single-blind, randomized clinical study. *Phys Ther* 2006;86:672-82.
- [51] Cosentino R, De Stefano R, Selvi E, et al. Extracorporeal shockwave therapy for chronic calcific tendinitis of the shoulder; single blind study. *Ann Rheum Dis* 2003;62:248-50.
- [52] Daecke W, Kusnierczak D, Loew M. Long-term effects of extracorporeal shockwave therapy in chronic calcific tendinitis of the shoulder. *J Elbow Shoulder Surg* 2002;11:476-80.
- [53] Gerdemeyer L, Wagenpfeil S, Haake M, et al. Extracorporeal shockwave therapy for the treatment of chronic calcifying tendonitis of the rotator cuff; a randomized controlled trial. *JAMA* 2003;19:2573-80.
- [54] Noel E, Charrin J, Perard D, Marion-Audibert O. Les ondes de choc extracorporelles en rhumatologie en 2002. *Rev Rhum* 2002;6:26-9.
- [55] Peters J, Luboldt W, Schwarz W, et al. Extracorporeal shockwave therapy in calcific tendinitis of the shoulder. *Skeletal Radiol* 2004;33:712-8.
- [56] Pigozzi F, Giombini A, Parisi A, et al. The application of shockwave therapy in the treatment of resistant chronic painful shoulder. A clinical experience. *J sports Med Phys Fitness* 2000;40:356-61.
- [57] Pleiner J, Crevenna R, Langenberger H, et al. Extracorporeal shockwave treatment is effective in calcific tendonitis of the shoulder. A randomized controlled trial. *Wien Klin Wochenschr* 2004;116:536-41.
- [58] Speed CA, Richards C, Nichols D, et al. Extracorporeal shockwave therapy for tendonitis of the rotator cuff; a double blind randomised controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg* 2002;11:476-80.

RÉSULTATS

TRAITEMENT PAR ONDES DE CHOC RADIALES Actualisation : août 2010 1748 Patients

H. de LABAREYRE
G. SAILLANT
Y. CATONNE

RÉSULTATS MEMBRES INFÉRIEURS

Tendinopathie Calcanéenne n = 584 nbre moyen de séances	VS + S 74,7 % 436 4,4	I + D 25,3 % 148 5,1
Enthésopathie Calcanéenne n = 156 nbre moyen de séances	VS + S 65,4 % 102 4,7	I + D + W(1) 34,6 % 54 5,6
Aponévrosite Plantaire n = 366 nbre moyen de séances	VS + S 67,5 % 247 4,5	I + D + W(3) 32,5 % 119 5,4
Enthésopathie des IJ n = 89 nbre moyen de séances	TS + S 76,4 % 68 4,6	I + D 23,6 % 21 5,2

Tendinopathie rotulienne n = 156 nbre moyen de séances	VS + S 62,8 % 98 4,3	I + D + A(1) 37,2 % 58 4,8
--	---	--

RÉSULTATS COUDE

Épicondylite latérale n = 166 nbre moyen de séances	TS + S 59 % 98 4,6	I + D 41 % 68 5,3
---	---	-----------------------------------

Épicondylite médiale n = 50 nbre moyen de séances	TS + S 54 % 27 4,8	I + D + A(1) 46 % 23 5,5
---	---	--

RÉSULTATS ÉPAULE

Coiffe des rotateurs n = 181 nbre moyen de séances	TS + S 70,2 % 127 4,8	I + D + A (2) 29,8 % 54 5,5
--	--	---

MODIFICATIONS DES CALCIFICATIONS : 15/45 = 33 %

RÉSULTATS ACHILLE (bilan étude octobre 2009)

Tendinopathie Corporeale n = 444 nbre moyen de séances	TS + S 74,80 % 332 4,1	I + D 25,2 % 112 5,2
--	---	--------------------------------------

Tendinopathie d'Insertion n = 107 nbre moyen de séances	TS + S 65,4 % 70 4,6	I + D + A (1) 34,6 % 37 5,5
---	---	---

Ondes de choc radiales et neurocryostimulation pour le traitement des tendinopathies. Réflexions à propos de nos connaissances actuelles sur la physiopathologie de la douleur des tendinopathies et sur 8000 cas traités en huit ans par ondes de choc radiales et neurocryostimulation

Radial shock wave and neurocryostimulation for the treatment of tendinitis. Thoughts about our current knowledge on the physiopathology of pain of tendonopathy and 8000 patients treated in eight years of radial shock waves and neurocryostimulation

Ces réflexions seront susceptibles de provoquer les réactions des lecteurs et nous les accueillerons avec reconnaissance.

Nous savons maintenant que la douleur tendineuse n'est pas liée à une inflammation. La nosologie «tendinite» doit être oubliée : il faut utiliser le terme de «tendinopathie» pour toutes formes cliniques de lésion tendineuse.

De récents travaux ont permis de confirmer que la douleur des tendinopathies est liée à une cascade d'évènements qui va stimuler les nocicepteurs présents dans l'intima des vaisseaux péri-tendineux. En sclérosant ces vaisseaux, la douleur tendineuse disparaît, mais la lésion tendineuse est toujours présente.

Il existe bien sûr une hypothèse biochimique pour expliquer l'apparition rapide de la douleur par la production de substances irritatives au niveau de ces nocicepteurs mais c'est l'hypothèse mécanique qui, à notre avis, prédomine.

La substance fondamentale, initialement prévue pour faire cicatriser la lésion collagénique tendineuse, se trouve en surplus dans et autour du tendon lésé. La pression locale est modifiée, augmentée. Elle sollicite les récepteurs à pression des parois des vaisseaux péri-tendineux. La néovascularisation contemporaine de la rougeur locale amplifie ce phénomène.

Alors que le tendon normal a une orientation collagénique régulière, le tendon pathologique montre en microscopie électronique une désorganisation de ces fibres collagéniques, séparées par un surplus de substance fondamentale. Ces mêmes fibres collagènes sont pour la plupart individuellement détériorées.

Les ténocytes vont essayer de réparer ces lésions collagéniques quelles que soient leurs origines macrotraumatique ou microtraumatique.

Il arrive parfois que cette cicatrisation se fasse de manière inadaptée avec un surplus de substance fondamentale.

1. La tendinopathie peut être comparée à une corde grippée

Un dépôt se fait entre et dans les ficelles (fibres collagènes) de la corde (tendon) qui devient plus rigide, rétractée, moins souple. Les tractions sont plus difficiles. Les contraintes au niveau de l'attache de la corde sont plus importantes (enthésopathie). Les ruptures de certaines ficelles grippées entraînent des micro-ruptures, des déchirures partielles ou totales (lésions intratendineuses : fissuration, kystes...). Un surplus de «grippe» entraîne une tuméfaction (module tendineux). L'induration de ce «grippe» peut exister (calcification à hydroxyapatite intratendineux).

L'objectif du thérapeute est de «dégripper» la corde, de donner une orientation collagénique satisfaisante et de restituer une pression intratendineuse ne permettant pas la sollicitation des nocicepteurs artérioveineux péri-tendineux.

Le traitement physique simultané par ondes de choc radiales et neurocryostimulation permet de répondre à cette demande.

Il n'est pas inutile de rappeler que les ondes de choc radiales percutent directement la zone tendineuse à traiter. L'objectif est de réaliser un effet mécanique de type massage transversal profond afin d'évacuer le surplus de substance fondamentale, de séparer les fibres collagènes de mauvaise qualité et de stimuler une néocicatrisation collagénique.

L'utilisation dans les suites immédiates de la neurocryostimulation permet par une vasodilatation locale importante, notamment du système veineux et lymphatique, de drainer les différents débris réalisés par les ondes de choc radiales.

Le «grippe» est évacué. Cela évite des réactions à corps étrangers locales (souvent décrit lors de l'utilisation unique des ondes de choc radiales comme effet indésirable post-thérapeutique avec une augmentation des processus douloureux locaux).

Pour résumer, les buts de l'association simultanée de ces deux thérapeutiques sont de dégripper la corde tendineuse pathologique et de faciliter l'évacuation rapide des débris collagéniques et du surplus de la substance fondamentale.

2. Séance thérapeutique

La séance thérapeutique, selon notre protocole, se déroule comme suit.

Après une évaluation clinique de la tendinopathie, la séance d'ondes de choc est proposée. Les ondes de choc radiales ne doivent pas faire mal. Le thérapeute doit trouver le seuil de tolérance à la douleur qui est affaire de chaque cas et qui varie à chaque séance. Il choisit ses paramètres pour rester dans la non douleur (*primum movens non nocere*). La création de douleurs plus importantes traduirait des lésions supplémentaires, iatrogènes qui ne feraient qu'augmenter les délais de cicatrisation et l'appréhension des patients pour les séances suivantes.

Le nombre de percussion par ondes de choc radiales est choisi arbitrairement à 2000 coups par séance.

La fréquence des coups est choisie en fonction de la profondeur du tissu à traiter. Si le tissu est superficiel, la fréquence est élevée (proche des 15 Hz). Si le tissu lésé à traiter est profond (3 à 4 cm de la superficie cutanée), la fréquence est faible (2 à 4 Hz). Tous les intermédiaires sont possibles. Afin d'obtenir une parfaite traçabilité, la fréquence est toujours identique pour les séances suivantes.

Seule la pression de chaque coup varie au fil des séances en fonction de la tolérance du patient et de l'évolution de la cicatrisation de la lésion traitée. La première séance est généralement à pression basse dans la non douleur juste en deçà du seuil de tolérance du patient. Généralement, dans les cas très favorables, la pression augmente, toujours dans la non douleur, au fil des séances pour obtenir des sommets proches des quatre bars souvent synonymes de retour à une asymptotologie douloureuse tendineuse, non synonyme de cicatrisation définitive.

La fréquence des séances est généralement d'une à deux par semaine afin de permettre des délais satisfaisants pour drainer les débris occasionnés par les ondes de choc radiales.

La séance de neurocryostimulation à -78°C se fait immédiatement après la séance d'onde de choc radiale. Elle ne se fait jamais avant, au risque d'obtenir une anesthésie de la zone à traiter, de perturber les sensations locales, de choisir une mauvaise pression des ondes de choc radiales et d'être délétère.

L'utilisation de températures en deçà de -60°C semble être plus efficace que les autres thérapeutiques de cryothérapie même si ces dernières se font dans des températures négatives ($<0^{\circ}\text{C}$). Le choc thermique obtenu à partir de -60°C permet d'obtenir des vasodilatations supraphysiologiques du système lymphatique et veineux.

La neurocryostimulation permet ainsi d'accélérer l'évacuation et le drainage des débris occasionnés par les ondes de choc radiales.

L'association de ces deux thérapeutiques, l'une (neurocryostimulation) immédiatement après l'autre (onde de choc), nous paraît capitale pour obtenir les résultats escomptés.

3. Évolution sous traitement

Trois cas différents d'évolution sont rencontrés pour la satisfaction des patients :

- les cas très favorable où en trois séances, la pression maximale de quatre bars est obtenue. L'antalgie est retrouvée en 15 jours. Il sera toujours indiqué aux patients sportifs d'attendre les délais incompressibles de l'horloge biologique de la cicatrisa-

tion collagénique d'au moins six semaines avant de reprendre des contraintes plus importantes au niveau du tendon initialement lésé. Les activités sportives en deçà de la douleur sont autorisées pendant la période de traitement. Un contrôle et une évaluation clinique sont généralement effectués à six semaines de la première séance pour autoriser la reprise des activités physiques et sportives en intensité ;

- les cas moins favorables où il faut quatre à huit séances en augmentant progressivement la pression. Là-aussi, la non douleur est retrouvée et les délais incompressibles de la cicatrisation doivent être respectés ;
- les cas peu favorables, voire décevants où la non douleur n'est jamais retrouvée, même associée à d'autres thérapeutiques (antalgiques, AINS...). Il s'agit probablement de lésions tendineuses sévères de type infarctus ou nécrose tendineuse qui, malgré toutes les thérapeutiques proposées, ne donneront jamais des résultats satisfaisants. Un avis chirurgical est dans ces cas exceptionnellement demandé.

4. Les indications

De nombreuses tendinopathies, pour ne pas dire presque toutes, répondent favorablement à cette association thérapeutique.

4.1. Au niveau du membre supérieur

4.1.1. Épaule

Les tendinopathies calcifiantes ont été parmi les premières indications des ondes de choc radiales. Les travaux réalisés avec la lithotritie ont été transposés pour proposer cette thérapeutique avec une certaine efficacité.

Les différentes densités de calcification à hydroxyapatite donnent des résultats en fonction de l'importance de la densité de la calcification et non en fonction de l'étendue de celle-ci. Le nombre de ces calcifications ne semble pas influencer les résultats.

Les calcifications sont essentiellement liées à des troubles métaboliques : déshydratation, mauvaise élimination des déchets métaboliques. D'autres troubles métaboliques sont fréquemment rencontrés, notamment l'hypoferritinémie liée à une mauvaise hygiène alimentaire avec insuffisance d'apport en aliments ferreux.

Les causes mécaniques par une hyperactivité tendineuse (*overuse*) produisent plus de déchets métaboliques. S'ils ne sont pas drainés ou éliminés, ils vont s'accumuler et entraîner une tendinopathie calcifiante.

Les autres tendinopathies des tendons de la coiffe des rotateurs réagissent également favorablement à cette thérapeutique et notamment la tendinopathie du supraépineux et la ténosynovite du long biceps brachial.

4.1.2. Coude

Toutes les tendinopathies superficielles permettent également une utilisation satisfaisante avec des résultats qui dépendent de l'importance de la dégradation collagénique du tendon.

Il s'agit de la fameuse « épicondylite du sportif » ou « Tennis Elbow », actuellement peu rencontrée car techniquement les joueurs de tennis se sont améliorés. Ces tendinopathies latérales du coude sont beaucoup plus fréquentes chez les non sportifs et notamment chez les bricoleurs d'où l'appellation récente de « Castor Elbow » des bricoleurs du dimanche qui, entre autres, ne s'hydratent pas pendant leur bricolage.

L'épicondylalgie latérale corporéale donne de meilleurs résultats que l'épicondylalgie latérale d'insertion. Cela s'explique probablement par l'inefficacité des ondes de choc sur l'enthèse du tendon (l'action sur l'os est quasi nulle).

L'épicondylalgie médiale ou épitrochléalgie répond bien à l'association thérapeutique avec des résultats satisfaisants mais il faut être vigilant et de ne pas léser le nerf ulnaire à proximité.

4.1.3. Poignet

Les différentes pathologies de type ténosynovite de De Quervain, bursite de l'entrecroisement ou tendinopathie des tendons cubitiaux antérieur, tibial postérieur donnent également des résultats satisfaisants.

4.1.4. Main

Les pathologies péri-tendineuses comme les bursites des pouilles digitales et les rétractions de type de Dupuytren donnent également de bons résultats.

4.2. Au niveau du rachis

À notre avis, les indications au niveau du rachis sont inexistantes.

4.3. Au niveau des membres inférieurs

4.3.1. Bassin

La bursite du moyen fessier et la tendinopathie du moyen fessier avec des calcifications périarticulaires sont une bonne indication et donnent de bons résultats.

Les enthésopathies et les tendinopathies corporéales des muscles adducteurs peuvent être indiquées. Elles donnent des résultats mitigés.

4.3.2. Genou

Toutes les tendinopathies périarticulaires répondent à ces thérapeutiques. La tendinopathie patellaire répond favorablement alors que la bursite du TFL (ou syndrome de l'essuie glace) donne des résultats plus mitigés. Quant à la tendinopathie de la

patte d'oie, un traitement de la ou des étiologies est nécessaire avant d'obtenir un résultat satisfaisant.

4.3.3. Jambe

Les périostites tibiales qui peuvent être assimilées à des enthésopathies du muscle tibial postérieur répondent de manière mitigée à ce traitement.

4.3.4. Cheville

La tendinopathie calcanéenne, quelle que soit sa forme clinique, avec ou sans calcification, donne également de très bons résultats. L'enthésopathie achilléenne obtient des résultats plus mitigés.

4.3.5. Pied

Toutes les tendinopathies peuvent également réagir favorablement : fibulaire, tibial antérieur et tibial postérieur, long fléchisseur propre du GO.

La fasciite plantaire n'est pas véritablement une tendinopathie puisqu'il n'y a pas de tendon mais une lésion d'une structure tissulaire (aponévrose) proche de celle du tendon. Elle donne les meilleurs résultats par cette thérapeutique. L'explication peut être donnée par sa faible épaisseur et la facilité avec laquelle il est possible de détendre cette membrane avec un traitement mécanique adapté. La présence et l'importance d'une épine calcanéenne n'influencent en rien le résultat.

5. Conclusion

En conclusion, l'utilisation simultanée des ondes de choc radiales et de la neurocryostimulation a permis, au fil des années, d'obtenir des résultats très satisfaisants pour les tendinopathies. Globalement, sur 8000 cas traités en huit ans, 80 % des patients sont soulagés en trois séances (en 15 jours) et 90 % reprennent une activité sportive intense à six semaines.

Encore faut-il connaître la physiopathologie de ces différentes formes de tendinopathies, de l'adapter au cas par cas, de ne pas faire mal pendant le traitement et surtout de respecter les délais de cicatrisation collagénique avant de reprendre des activités physiques et sportives intensives.

M. Rozenblat

Centre Coralys, 32 ter, avenue du Général-Leclerc, 77330

Ozoir-La-Ferrière, France

Adresse e-mail : rozenblat.marc@gmail.com

First International Swiss Dolorclast Congress 2008 – BERLIN – 20 Sept. 2008

CRYONIC NEUROCRYOSTIMULATION THERAPY associated with SWISS DOLORCLAST'S EXTRACORPOREAL SHOCKWAVE THERAPY. About 7000 cases reported.

Dr Marc ROZENBLAT
SFTS 's General Secretary
Gymnastics-Specialized Physician




Paris 25-26-27 Sept. 2008
Roland Carros

E-Poster Congrès SFTS 2008

Ondes de choc Radiales + Neurocryostimulation en Traumatologie du Sport
A propos de 7000 cas traités en 8 ans





ROZENBLAT Marc Ozoir la Ferrière (77)
TASSERY François Le Havre (76)
ALLAIRE Thierry Le Havre (76)
KERVALEC Yann Orléans (45)
POISSON Franck Caen (14)

La douleur tendineuse
Lamontagne, 24ème JTS P106, 2006, 151-158

Dans le passé : vision simpliste
douleur = inflammation

Le présent :
douleur = stimulation des nocicepteurs

- hypothèse biochimique
substances irritatives
- hypothèse mécanique
Séparation des fibres de collagène par surplus de substance fondamentale





Comme une corde défilée avec des ficelles abîmées

Ondes de Choc Radiales

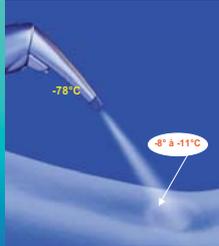
- RSWT: Radial Shock-Wave Therapy
- génère une onde de choc simple par percussion directe
- au contact de la peau
- jusqu'à 3 à 3,5 cm de profondeur
- Energie : 0,02 à 0,54 mJ/mm²
- zone d'action : cône dont la pointe est sous le nez de l'appareil à main.
- masselotte propulsée par de l'air comprimé



OBJECTIF: Dégripper la corde tissulaire pathologique



NEUROCRYOSTIMULATION
Sublimation au Dioxyde de Carbone




CRYONIC

-78°C

-8° à -11°C

FROID INTENSIF

Si nous fixons les microcristaux = Erythème cutané

Balayage = **SUBLIMATION DU CO2**

Objectif: Détersion des débris réalisés par les ondes de choc

Indications Thérapeutiques



<p>EPAULE</p> <ul style="list-style-type: none"> Tendinopathie du supra-épineux Tendinopathie calcifiante du supra-épineux Bursite sous-deltoidienne calcifiante Tenosynovite du long chef du biceps <p>COUDE</p> <ul style="list-style-type: none"> Épicondylite latérale Épicondylite latérale d'insertion Épicondylite latérale corporelle pure Épicondylite latérale mixte Épicondylite médiale Épicondylite médiale d'insertion Épicondylite médiale corporelle pure Épicondylite médiale mixte <p>POIGNET</p> <ul style="list-style-type: none"> Tenosynovite de De Quervain Bursite de l'entrecroisement Synovite radiale <p>MAIN</p> <ul style="list-style-type: none"> Rhizarthrose Bursite poignée digitale Rétraction de Dupuytren 	<p>BASSIN</p> <ul style="list-style-type: none"> Bursite du moyen fessier Entéropathie ischio-jambiers Pubalgie mixte (add-artroépithé) Afrénothérapie pubienne <p>GENOU APPAREL EXTENSEUR</p> <ul style="list-style-type: none"> Entéropathie quadricepsale Ligament patellaire Entéropathie patellaire Entéropathie tibiale Ligament patellaire calcifiée <p>GENOU AUTRES</p> <ul style="list-style-type: none"> Bursite tractus ilio-tibial Syndrôme de Pellegrini Stoda Tendinite patte d'oie <p>JAMBE</p> <ul style="list-style-type: none"> Périostite tibiale Tenosynovite fibulaire <p>TENDON CALCANEEN (ACHILLE)</p> <ul style="list-style-type: none"> Tendinopathie corporelle Tendinopathie corporelle calcifiée Entéropathie calcaneenne 	<p>APONEUROSE PLANTAIRE</p> <ul style="list-style-type: none"> Pathologie d'insertion calcaneenne Séquelle fibreuse de rupture <p>PIED</p> <ul style="list-style-type: none"> Syndrôme de Morton Tendinite tibial postérieur Tendinite tibial antérieur Conflit antérieur de talo-crurale <p>MUSCLES</p> <ul style="list-style-type: none"> Fibrose ischio-jambiers Fibrose quadricepsale Fibrose mollet
---	---	--

Traiter avec EFFICACITE et RAPIDITE
Pour pathologies chroniques

- Tendinopathie (calcifiante ou non)
- Séquelles de lésions musculaires
- Séquelles de lésions ligamentaires

Ondes de choc radiales + Neurocryostimulation

7000 patients (en 8 ans)

4 centres thérapeutiques

4343 Hommes

2157 Femmes

Moyenne d'âge **35 ans (18 - 75)**

Sport Compétition **1820 (24 %)**

Sport Loisir **2100 (30 %)**

Sport Occasionnel **2170 (31 %)**

Non Sportifs **910 (13 %)**

Ci après quelques exemples

Rozzenblat et Col. Congrès SFTS 2008 - 7

Ondes de choc radiales + Neurocryostimulation

Tendinopathie calcifiante de l'épaule

Nb de cas = 700
Nb Séances = 7 (3 - 9)
Satisfats = 78 %
Déçus = 22 %
Recul = 43 mois (1 - 60)



Conflit sous acromial de l'épaule (PSH)

Nb de cas = 677
Nb Séances = 2,3 (1 - 4)
Satisfats = 88 %
Déçus = 14 %
Recul = 36 mois (1 - 60)



Pas d'indication aux capsules rétractiles + algoneurolytique pour DCR mais bonne indication pour Neurocryostimulation isolée

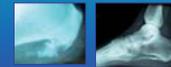
Tendinopathie Patellaire

Nb de cas = 560
Nb Séances = 4,6 (1 - 9)
Satisfats = 73 %
Déçus = 27 %
Recul = 32 mois (1 - 60)



Aponévrosite Plantaire (Epine calcanéenne)

Nb de cas = 1000
Nb Séances = 2,2 (1 - 4)
Satisfats = 89 %
Déçus = 11 %
Recul = 36 mois (1 - 60)



Rozzenblat et Col. Congrès SFTS 2008 - 8

Ondes de choc radiales + Neurocryostimulation

Tendinopathie corporelle d'Achille

Nb de cas = 1219
Nb Séances = 3,4 (1 - 6)
Satisfats = 82 %
Déçus = 18 %
Recul = 18 mois (1 - 60)



Fibrose intra musculaire

Nb de cas = 392
Nb Séances = 5,1 (1 - 9)
Satisfats = 85 %
Déçus = 15 %
Recul = 36 mois (1 - 50)



Résultats plus mitigés

Achille Insertion

Nb de cas = 54
Nb Séances = 5,3 (1 - 6)
Satisfats = 49 %
Déçus = 50 %
Recul = 8 mois (3 - 34)



Plait tendance à ne plus porter l'indication des 6-10 (2008-2009) (cava, genou...)

Ténosynovite de De Quervain

Nb de cas = 90
Nb Séances = 4,3 (1 - 6)
Satisfats = 60 %
Déçus = 40 %
Recul = 14 mois (1 - 22)



Arthropathie Lombaire

Nb de cas = 12
Nb Séances = 6 (1 - 6)
Satisfats = 33 %
Déçus = 66 %
Recul = 4 mois (3 - 8)



Ondes de choc radiales + Neurocryostimulation

CONCLUSION

Innocuité

Efficacité

Rapidité

L'association des 2 thérapeutiques permet de diviser par 2 le nombre de séances comparativement à ondes de choc isolées en obtenant le même résultat

Rozzenblat et Col. Congrès SFTS 2008 - 10

Ondes de choc radiales + Neurocryostimulation

Bibliographie

- 1- BRUNET GUEDJ E. Evaluation de la cryothérapie gazeuse dans le traitement des tendinopathies. Revue Romande de physiothérapie 2002; 6: 261-265
- 2- GREMION G, AUGROS R, GOBELET C, LEYVRAZ PF. Efficacité de la thérapie par ondes de choc extracorporelle dans les tendinopathies rebelles. J. Traumatol Sport; 1999, 216-117/121.
- 3- HAMMER D.S. ET ALL extracorporeal shock wave therapy in patients with tennis elbow and painful heel. Arc orthop trauma surg 2000, 120 (5-6): 304-307
- 4- LABAREYRE H (de), SAILLANT G. tendinopathies calcanéennes. Formes cliniques et evaluation de l'efficacité du traitement par ondes de choc radiales. J. Traumatol. Sport, 2001, 18, 49-69.
- 5- ROMPE J.D. ET AL Extracorporeal shock wave therapy for calcifying tendinitis of the shoulder. Clin orthop 1995; 321: 196-201
- 6- ROZENBLAT M. Utilisation simultanée des ondes de chocs radiales et de la cryothérapie gazeuse hyperbare en cabinet de traumatologie sportive. A propos de 333 cas. Journal de Traumatologie du Sport, 2003, 20, 211-218.
- 7- ROZENBLAT M. Neurocryostimulation. Le Rhumatologue. Revue de la FFR. 65 Fev 2008, 12-14
- 8- ROZENBLAT M., CLUZEAU C. Place de la neurocryostimulation en traumatologie du sport. Journal de Traumatologie du Sport 2006; 23: 52-55
- 9- SCHÖLL J, LOHRER H: radial extracorporeal shock-wave therapy for insertion tendopathies. Int J Sports med, 1999, 20, D-067, S106
- 10- STRAUB T, PENNINGER E., FRÖLICH ET AL.: therapieerfolgender stöbelanbehandlung beim ferrensport – eine prospektive, multizentrische, placebokontrollierte studie. Deutsche zeitschrift für sportmedizin, 1999, 50, D-068, 115

Rozzenblat et Col. Congrès SFTS 2008 - 11



Avril 2007 - N° 191

ONDES DE CHOC EXTRACORPORELLES ET TENDINOPATHIES

H. de Labareyre, Clinique des Lilas - 93360 Les Lilas.

Le terme d'ondes de choc (ODC) est apparu en médecine dans les années 80 comme traitement des lithiases urinaires. La lithotritie ultra-sonore extracorporelle était née, bientôt suivie par des techniques de lithotritie intracorporelle, avec choc direct du calcul par cathétérisme des voies urinaires.

Par association d'idées, les thérapeutes ont étudié les possibilités d'action des ODC sur la consolidation des pseudarthroses puis sur les calcifications tendineuses puis, par extension, sur les tendinopathies non calcifiées. Les machines utilisant une technologie ultra-sonore délivrent des ondes de choc focalisées, à distance de la lentille d'émission, alors que celle qui fonctionne par choc direct (une seule, à notre connaissance, détient le brevet d'utilisation) délivre des ondes de choc radiales, directement au contact de la tête émettrice.

■ **Les tendances actuelles dans le traitement des tendinopathies mécaniques** : la prise en charge essaie de répondre directement au problème en privilégiant les traitements mécaniques, en particulier chez le sportif, généralement à l'aide d'une bonne rééducation, de conseils techniques et, éventuellement, d'orthèses.

Une deuxième tendance est de préférer les traitements locaux aux traitements généraux. Les traitements AINS ne répondent qu'imparfaitement au problème car la composante inflammatoire d'une tendinopathie est très limitée voire absente (d'où le terme *tendinopathie* et non plus *tendinite* en traumatologie du sport). Les infiltrations ont parfois des résultats brillants sur les douleurs mais sont d'une totale inefficacité mécanique et ont un rôle fragilisant sur les tendons.

La troisième notion consiste à limiter les prescriptions médicamenteuses aux situations où leur efficacité est patente et durable, pour limiter, entre autres, les risques d'effets secondaires.

Les ondes de choc, sous toutes leurs formes, seraient susceptibles de répondre favorablement à ces trois orientations thérapeutiques.

■ **Les modes d'action des ondes de choc** : leur action mécanique défibrosante est primordiale. Elles se comportent comme des "super" massages transverses profonds, utilisés depuis longtemps en rééducation. L'hypervascularisation qui en résulte (prouvée par échodoppler couleur) est susceptible d'améliorer le métabolisme local. Tout se passe comme si on créait une néo-lésion, à échelle microscopique, suscep-

tible de mieux cicatriser ensuite, à l'image de ce qui se passe dans le traitement des pseudarthroses où l'on cherche à aviver l'os.

Ceci veut dire que l'efficacité d'un traitement peut ne pas être observée immédiatement mais qu'il faut attendre les délais normaux de cicatrisation des tissus collagènes, qui sont de l'ordre de six semaines, pour apprécier le résultat final. Il s'agit d'une action à long terme.

Le deuxième mode d'action est biochimique. Les chocs répétés sont à l'origine de libération de substances antalgiques à un niveau local. Cette effet vient en complément de l'action mécanique et est à l'origine d'une amélioration clinique beaucoup plus précoce mais d'une efficacité à moyen terme.

L'action antalgique immédiate, à court terme, que l'on observe souvent en cours de séance est explicable par des phénomènes de gate-control.

Il faut noter que les séances sont toujours douloureuses tant que le tendon est pathologique, même si cela reste dans des limites tolérables pour le patient.

■ **Les contre-indications**, deux sont essentielles car elles interdisent d'exercer une action traumatisante locale :

- les patients sous traitement anticoagulant ou présentant des troubles de la coagulation sont à manipuler avec précaution ;
- les patients présentant un syndrome algoneurodystrophique, donc, par extension, ceux qui présentent une capsulite rétractile de l'épaule.

■ **Les non-indications** : les pathologies inflammatoires juxtatendineuses sont à exclure (ténosynovite, bursite).

Les ondes de choc ne doivent pas être prescrites sans diagnostic médical précis.

■ **Les protocoles utilisés** : nous avons à ce jour essentiellement utilisé un appareil à ODC radiales (Swiss Dolorclast®, EMS). Cet appareil a été utilisé pendant environ sept ans sur diverses tendinopathies (999 patients). Nos études ne peuvent être considérées que comme des évaluations d'efficacité sans prétendre leur donner une valeur scientifique statistiquement valable ni pouvoir les comparer à d'autres traitements.

Deux grandes orientations ont été prises dès le départ :

- d'admettre que si la technique est efficace, il faut qu'elle le soit en un nombre limité de séances (de 3 à

6). En cas d'évolution favorable le patient peut décider de suspendre les séances ;

- d'admettre que si les ODC créent des micro-lésions, il est plus logique d'essayer de guider leur cicatrisation vers la fonction que l'on souhaite récupérer. De ce fait, nous n'avons pas imposé le repos sportif absolu, mais avons au contraire demandé aux patients de continuer, sans jamais forcer sur la douleur en cours d'activité. L'expérience nous a conduit à garder cette attitude pour toutes les activités "foncières" (course à pied, cyclisme,...), plus facilement contrôlables, alors que nous sommes devenus plus restrictifs pour les activités "explosives" (sports de ballon, tennis,...).

L'évaluation du résultat s'est toujours faite au moins 6 semaines après la dernière séance. L'appréciation retenue a toujours été celle du patient qui pouvait se juger aggravé, non amélioré, insuffisamment amélioré, satisfait malgré des symptômes résiduels ou très satisfait. Quatre patients se sont jugés aggravés (calcification de la coiffe, enthésopathie calcanéenne, épitrochléite, aponévrosite plantaire). Seuls les patients satisfaits ou très satisfaits ont été inclus dans les bons résultats.

Le traitement a toujours été isolé, excluant toute autre thérapeutique, à l'exception des talonnettes dans le cadre des tendinopathies achilléennes et de bracelets non élastiques pour les tendinopathies du coude, à titre de protections passives.

Résultats du traitement par ODC radiales (Swiss Dolorclast®)*

Les bons résultats dans le cadre des tendinopathies calcanéennes ont été obtenus dans 74,3% des cas (358 patients, nombre moyen de séances = 4).

En ce qui concerne les autres tendinopathies les bons résultats sont obtenus dans 66% des cas pour les aponévrosites plantaires, 80% des cas pour les enthésopathies hautes des ischio-jambiers, dans 60% des cas pour la tendinopathie rotulienne mais dans seulement 57% des cas d'épicondylites et 54% des cas d'épitrôchléites. Les tendinopathies de la coiffe répondent favorablement dans 74% des cas, avec une amélioration de la symptomatologie douloureuse beaucoup plus fré-

quente que la diminution des calcifications puisque celles-ci ne sont modifiées qu'une fois sur trois.

Tous ces chiffres sont comparables aux chiffres moyens publiés dans la littérature anglo-saxonne à propos des ODC focalisées.

Conclusions

Les traitements par ondes de choc des tendinopathies ne sont pas miraculeux. Ils apportent néanmoins de façon indiscutable une arme supplémentaire dans l'arsenal thérapeutique. Ils répondent logiquement aux problèmes posés et ne demandent qu'un nombre limité de séances, permettant une diminution de coût et de temps perdu pour les patients : à ce titre ils font actuellement partie des traitements que nous proposons le plus volontiers, en première intention, d'autant plus que les résultats peuvent à l'évidence être potentialisés par des thérapeutiques cohérentes parallèles.

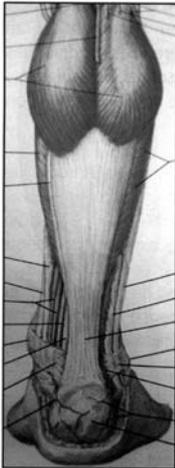
* travail effectué sous le contrôle du service d'Orthopédie de la Pitié (Pr Saillant puis Pr Catonné).

le podologue
scientifique
Février 2007

Utilisation simultanée des ondes de choc extracorporelles et de la neurocryostimulation pour les tendinopathies d'Achille

> par le Dr Marc Rozenblat, médecin du sport, Centre Coralis, Océar la Femme (77)

Données actuelles sur la tendinopathie



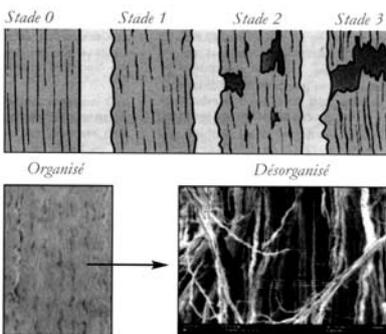
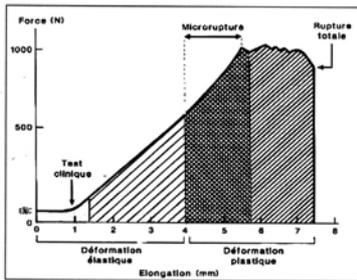
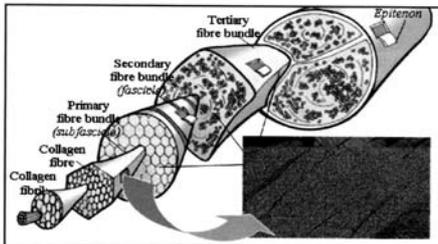
Un tendon est une structure vivante qui s'adapte aux sollicitations, se modifie au fil du temps, se fragilise, se détériore et parfois se rompt. Il faut garder à l'esprit la notion de **perte de qualités mécaniques** au fil des années.

Mais un tendon se régénère, se répare. Il a également des **propriétés de récupération**.

Sur le plan structurel, un tendon est constitué de faisceaux de premier ordre, composés de fibres de collagène (98 %) de type I et de fibre élastine (2 %). Les tendynocytes, qui sont des cellules de type fibroblastiques, servent à la régénération des fibres collagènes.

Notion capitale, la substance fondamentale composée d'eau, de protéoglycanes, de glycoprotéines permet de régénérer les fibres collagènes. Mais elle contient également des substances qui entraînent un processus dégénératif du tendon comme la ténascine C.

Les faisceaux de premier ordre se réunissent en faisceau de second ordre réunis eux-mêmes pour former le tendon. Celui-ci est entouré par le péri-tendon ou péri-ténon qui contient les vaisseaux et les nerfs.



Le tendon va s'adapter aux forces de traction avec un effet d'amortisseur entre l'organe moteur qui est le muscle et l'organe effecteur qu'est l'os. Il faut également se rappeler sur le plan physiologique **qu'un tendon peut se déformer** en fonction de l'élongation qui lui est imposée. La déformation élastique va générale-

ment jusqu'à 4mm et on parle ensuite de déformation plastique au-delà de cet étirement. C'est à partir de 4 millimètres que l'on observe des micro-ruptures et aux alentours de 6mm de déformation plastique que l'on observe des ruptures totales des fibres collagènes. Les tests cliniques de mise à contribution d'un tendon par contraction contre résistance du muscle considéré permettent d'obtenir une déformation élastique aux alentours de 1 mm.

Autre notion, sur le plan **histologique**, il était classique de différencier 4 stades lorsque le tendon est pathologique :

- le stade 0 où les fibres collagènes ne sont pas lésées
- le stade I où il y a juste une déformation des fibres collagènes
- le stade II avec des micro-ruptures
- le stade III avec des ruptures complètes.

Actuellement, nous parlons plutôt de désorganisation de fibres collagènes avec augmentation de la substance fondamentale au pourtour de ces fibres lésées.

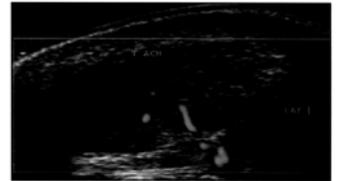
En effet, lorsqu'on étudie un **tendon pathologique en microscopie électronique**, nous observons une séparation des fibres collagènes, une augmentation de la substance fondamentale, une augmentation du nombre des tendynocytes, une modification de la morphologie cellulaire de ces derniers et surtout une néo-vascularisation. Fait capital, **il y a absence totale de cellule inflammatoire dans le tendon pathologique**.

Ce tendon devient pathologique par une **cascade d'événements** qui sont :

- le stress mécanique imposé au tendon, une activation des tendynocytes, une production des protéoglycanes à la place du collagène et surtout une augmentation

importante de la quantité de substance fondamentale autour de ces différentes fibres collagènes. Celles-ci vont se séparer les unes des autres. Il va y avoir de plus une atteinte de la vascularisation locale entraînant une hypoxémie locale.

Les substances et enzymes locales vont stimuler une néo-vascularisation qui engendrera une symptomatologie douloureuse.

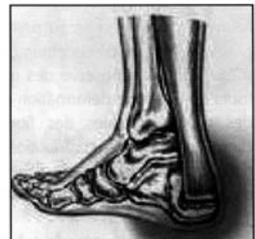
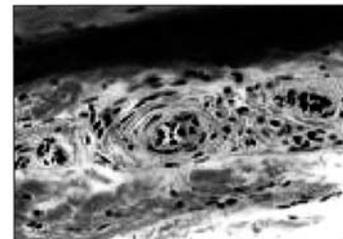
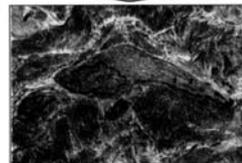
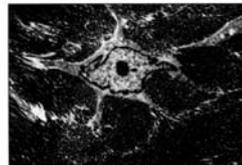


Sur le plan fonctionnel, on retiendra les stades de Blazina :

- le stade 0 est l'asymptomatologie totale,
- le stade I correspond à une douleur à l'échauffement disparaissant avec la poursuite de l'effort,
- le stade II correspond à une douleur à l'échauffement s'atténuant ensuite pour réapparaître à la fatigue.
- le stade III est une douleur permanente obligeant l'arrêt du sport.

Les ondes de choc radiales

Il s'agit d'ondes sonores acoustiques qui sont similaires à celles utilisées lors du traitement par lithotritie pour dissoudre des calculs rénaux. Il s'agit d'un phénomène **transitoire de pression avec deux phases** : la première est positive et très brève ; elle entraîne une



compression sur la zone traitée. La seconde qui est une phase négative qui entraîne une relaxation, une décompression avec un phénomène de cavitation. C'est elle qui va faire évacuer la substance fondamentale de la tendinopathie.

On parle dans le cas des ondes de choc radiales de RSWT ou RADIALES SHOCK-WAVE THERAPIE par production d'une onde de chocs simple par percussion directe au niveau de la zone à traiter. Nous sommes en contact direct avec la peau. Cette onde peut aller jusqu'à 3,5 cm de profondeur et peut délivrer jusqu'à 16 nJ/mm. La zone d'action correspond à la partie du cône de la pointe du nez de l'appareil. Il s'agit d'une masselotte propulsée par de l'air comprimé.

Les modes d'action présumés des ondes de choc radiales sont actuellement des hypothèses.



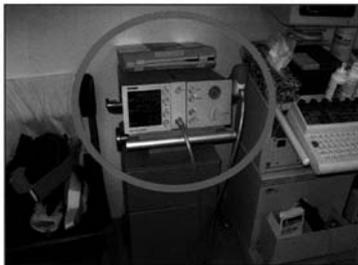
Sur le plan chimique, il y a une libération d'endorphines et de substances inhibitrices de la douleur par percussions locales avec un effet anesthésique parfois immédiat.

Le Gate-control : il s'agit d'une rupture de la perception douloureuse par stimulation des fibres nerveuses sensibles de gros calibre.

L'action mécanique : il s'agit d'une action défibrante similaire aux massages transversaux profonds bien connus en rééducation fonctionnelle. Cela permet d'éliminer le surplus de substance fondamentale. Il se crée par ailleurs une altération membranaire cellulaire à l'origine de la douleur avec augmentation du métabolisme local. La création de néo-vascularisation va entraîner une cicatrisation de meilleure qualité.

Les paramètres techniques (protocole personnel)

La pression de l'air comprimé varie de 1,5 à 4 bars. Le nombre de coups délivrés est de 2000 par séance. La fréquence est de 6 à 15 hertz.



Contre indication aux ondes de choc radiales

La grossesse, les enfants, les pathologies neurologiques, vasculaires, les infections locales, les tumeurs, la proximité de tissus pulmonaires et les troubles de la coagulation ou les traitements anti-coagulants.



Il existe deux têtes de sonde différentes : une sonde classique à extrémité convexe qui va permettre une divergence des ondes et une sonde focalisée concave où les ondes vont être focalisées.

Nombre de séances

Initialement, les Allemands, premiers utilisateurs de cette thérapeutique, proposaient six séances espacées chacune de quinze jours ; actuellement, nous proposons une **séance par semaine espacée chacune de huit jours**. Le traitement dure entre 15 à 45 jours (3 à 6 séances). Le nombre de séances dépend du résultat individuel.

Il existe parfois des **effets indésirables** qui ont été décrits dans la littérature : augmentation de la douleur, gonflement, œdème, ecchymose. Ces effets indésirables n'ont pas été retrouvés du fait de l'utilisation simultanée de la neurocryostimulation dans notre traitement.

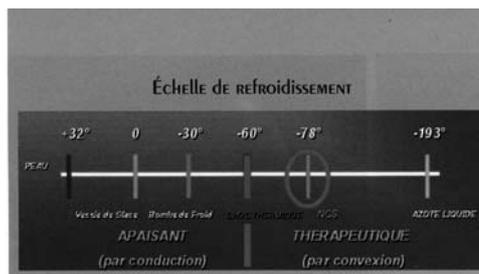
La neurocryostimulation :

Elle est utilisée depuis 1993 mais est connue depuis Hippocrate. Il faut bien connaître l'échelle de refroidissement. Notre corps est aux alentours de 37,5°C, notre peau est à 32°C. Lorsque l'on utilise une vessie de glace ou une bombe de froid, nous allons utiliser le froid par conduction avec un effet apaisant. Il faut passer la barrière des -60°C pour avoir un effet thérapeutique en utilisant le froid par



2- si les ondes de choc créent des lésions, il faut guider la cicatrisation de la fonction. Pour les sportifs, cela est intéressant car cela n'oblige pas l'arrêt du sport, à condition que l'activité soit non explosive.

L'association de ces deux thérapeutiques amène une certaine innocuité, une grande efficacité et surtout de la rapidité dans les résultats qui sont très intéressants et certainement très encourageants pour poursuivre dans cette prise en charge des tendinopathies.



convection. L'azote liquide permet d'obtenir des températures très basses à -193°C. Le dioxyde de carbone en phase liquide permet d'avoir une température à -78°C. C'est lui qui est utilisé pour obtenir une sublimation de la peau par microcristaux lors du jet sonique en pression. Ce dioxyde de carbone est incolore, inodore, ininflammable, sec et bactériostatique. L'objectif est d'obtenir un choc thermique, c'est-à-dire de passer d'une température de 36°C à 2°C dans une durée de temps très courte entre 20 à 40s. Il y est associé une pression de 50 bars à la sortie du pistolet (2 bars sur la peau). Un balayage est obligatoire car sinon une brûlure ou une nécrose cutanée pourrait s'observer.

Les effets physiologiques de la neurocryostimulation sont reconnus comme :

- une vasoconstriction, puis une vasodilatation réflexe
- une antalgie
- un effet myorelaxant
- un effet anti-inflammatoire pouvant être similaire à ce que l'on observe lorsqu'on réalise des infiltrations de corticoïdes.

Les contre-indications de la neurocryostimulation :

- allergie au froid
- syndrome de Reynaud

Pour conclure

L'utilisation simultanée des ondes de choc radiale et de la neurocryostimulation pour le traitement des tendinopathies d'Achille permet au départ de proposer deux paris :

1 - si la technique est efficace, il faut qu'elle soit rapide, cela nécessite donc peu de séances.



THÉRAPIE PAR ONDES DE CHOC RADIALE

A PROPOS DE 56 CAS DE RHIZARTHROSE

RÉSUMÉ

Cette étude clinique portant sur un collectif de 56 patients présentant une rhizarthrose chronique uni ou bilatérale du pouce et démontre que cette pathologie peut faire l'objet d'un traitement bénéfique au plan de la douleur par ondes de choc radiales

MOTS CLÉS

Ondes de choc radiales, rhizarthrose

INTRODUCTION

Depuis les années 80 des ondes mécaniques sont appliquées à l'extérieur du corps en pratique urologique afin de fragmenter les calculs rénaux.

Cette technique est appelée lithotripsie et utilise des impulsions sonores de très courte durée et de très haute énergie acoustique. Le repérage se fait par échographie.

Depuis environ une dizaine d'années ces ondes de choc extra-corporelles ont évolué pour traiter diverses affections du système locomoteur, telles les calcifications périarticulaires, les tendinopathies, insertionites ou aponévrosites plantaires ou autres enthésopathies. Cette thérapie prend alors le nom d'orthotripsie.

Ces ondes de choc sont caractérisées par une augmentation abrupte de la pression suivie d'une phase rapide de pression négative. Cette méthode relativement nouvelle a donc fait l'objet de nombreuses études (^{4,5,6}) et la difficulté majeure de la constance des résultats est due à la variété d'utilisation en fréquence, puissance et nombre de chocs émis lors du traitement. Il s'agit d'une thérapie non invasive qui ne nécessite aucun médicament, ni anesthésie ou intervention chirurgicale.

C'est un traitement qui est conduit ambulatoirement, il est pratique, rapide et efficace et il s'avère que les résultats sont étonnamment bons à très bons par rapport à un traitement classique.

MATÉRIEL

Actuellement deux types de machines dites «ondes de choc extra-corporelles» ESWT (Extra-Corporeal Shock Waves Therapy) sont à la disposition des praticiens (⁷).

Les premières délivrent des ondes de choc de haute énergie jusqu'à 11 cm de profondeur par un mécanisme piézo-électrique, le plus souvent couplé avec un échographe. Ce type de machine est exclusivement utilisé par des médecins spécialisés et de par sa force de pression exercée, une anesthésie générale ou partielle doit être administrée au patient.

Le deuxième type de machine, délivre des ondes de choc radiales ou RSWT (Radial Shock Waves Therapy) d'origine pneumatique via un compresseur d'air agissant sur une profondeur de 3 - 4 cm.

Pour cette étude, nous avons utilisé une machine de deuxième type, Swiss Dolorclast de la maison E.M.S. produisant des ondes de choc radiales.



MÉCANISMES D'ACTION PHYSIOLOGIQUES

1/ THÉORIE CHIMIQUE

La théorie chimique envisage la libération d'endorphines, réduisant ainsi le seuil de sensibilité nerveuse locale de la douleur ou de substances inhibitrices de la douleur, malgré le fait que les données expérimentales de Haake, Thon et Bette (⁴) n'aient pas démontré de modification de la concentration des neurotransmetteurs de la douleur ni des substances opioïdes. Par contre Maier et Al. (⁵) ont démontré l'augmentation de la concentration locale des substances P et ont établi une corrélation entre l'évolution clinique de la douleur et l'augmentation de la concentration des substances P.

2/ THÉORIE DU «GATE CONTROL»

La théorie du «gate control» agit par la stimulation de fibres afférentes cutanées des nerfs périphériques qui empêchent la transmission d'impulsions douloureuses au niveau de la corne postérieure de la moelle épinière (¹).

3/ THÉORIE MÉCANIQUE

La théorie mécanique au travers d'une action défibrosante, en reproduisant un effet de massage transversal profond, détruisant des cellules à l'origine de la douleur, créant une néo micro vascularisation et une hyper vascularisation locale ce qui va augmenter le système de reconstruction du tissu conjonctif (1, 2). A ce jour, de nombreuses études (1, 2, 3) ont été faites sur ce type de traitement. La plupart de celles-ci donnent des résultats comparables soit : 60 à 80% de bons et très bons résultats avec un

délai de plusieurs semaines (3 à 12). Ce délai résulte du processus de cicatrisation, induit par les ondes de choc qui est indispensable à l'évolution vers la guérison.

INDICATIONS THÉRAPEUTIQUES

Une revue de la littérature, ainsi que notre expérience personnelle nous montrent que les principales indications pour ce type de traitement sont (7) :

- Épicondylites
- Tendinites de l'épaule
- Épitrôchléites
- Bursites trochantérienne
- Tendinite rotulienne
- Syndrome de la patte d'oie
- Tendinite Achilléenne
- Épine calcanéenne
- Fasciite plantaire
- Insertionites chroniques
- Trigger point

CONTRE-INDICATIONS THÉRAPEUTIQUES

Ils sont en rapport avec les effets des ondes de choc sur les tissus qui ne constituent pas la cible du traitement. Ce sont (7) :

- Les grossesses
- Les traitements sur des tissus infectés
- Les tissus tumoraux par risque de dissémination
- Les porteurs de Pace-maker
- Les enfants de moins de 17 ans (cartilage de croissance)
- Les personnes de plus de 75 ans (ostéoporose)
- Sur une cicatrice ouverte sur la zone à traiter
- Tous les troubles de la coagulation. Par exemple: hémophilie et prise de médicaments anti-coagulants
- Tissus remplis de gaz (tissus pulmonaire) dans la zone de traitement

• Patients ayant subi un traitement sous cortisone de longue durée (fragilisation cutanée)

La présence de matériel d'ostéosynthèses dans le champ des ondes de choc constitue une contre-indication relative. Il a été démontré que ce type de traitement appliqué sur des PTH ne provoquait pas de descellement.

MODALITÉS D'EXÉCUTION DES TRAITEMENTS PAR OCR OU RSWT

Lors de la première séance le patient reçoit une explication détaillée du protocole du traitement. Il faut absolument lui expliquer que c'est un traitement qui n'est pas agréable et qui ne doit pas entrer dans le seuil de la douleur intolérable (étant bien entendu que chaque patient possède son propre seuil de la douleur).

On lui expliquera également que le traitement ne dure que quelques minutes.

Par exemple: Si le traitement comprend 2000 coups à 10 hertz = 200 secondes = 3 min 20 de traitement.

En règle générale nous pratiquons des traitements à 2000 chocs à 10 hertz et la pression en Bars varie suivant la localisation et la résistance à la douleur du patient.

HYPOTHÈSE ET ÉTUDE

L'hypothèse de départ de cette étude clinique est que la rhizarthrose du pouce pourrait constituer une indication au traitement par OCR. En effet la littérature mentionne les indications citées plus haut, mais nous n'avons trouvé aucune étude portant sur l'utilisation de ce mode traitement dans le cas de rhizarthrose du pouce.

Cette étude clinique a été conduite avec un collectif de 56 patients (43 femmes et 13 hommes) présentant une atteinte de rhizarthrose du pouce unilatérale et bilatérale.

Le nombre de femmes et nettement plus élevé que celui de hommes, car l'atteinte arthrosique de l'articulation trapézo-métacarpienne est une affection statistiquement prédominante chez la femme.

On remarque également que 11 patients ont eu des traitements sur les deux pouces, avec 33 pouces gauches et 34 pouces droits.

CRITÈRES D'INCLUSION

Pour cette étude, seuls les sujets atteints de rhizarthrose en phase chronique de plus de six mois ont été inclus dans le collectif.

Tous les patients ont été examinés par un médecin spécialiste et référés pour inclusion dans le collectif.

Tous les patients ont été informés des buts et modalités de cette étude et ont donné leur consentement éclairé.

Après avoir fait les examens nécessaires (anamnèse, appréciation de l'état de la peau, palpation et repérage des points douloureux exquis, évaluation de la douleur selon l'E.V.A.), le physiothérapeute déterminera avec précision la région «loco-dolenti» à traiter. En règle générale, le protocole prévoit un traitement par semaine, le temps à l'organisme de gérer l'inflammation réactionnelle voulue et procurée par les ondes de choc.

POPULATION

Nombre de patients	56
Femmes	43
Hommes	13
Pouce gauche	33
Pouce droit	34
Patients avec traitements bilatéraux	11
Age moyen	55

MÉTHODE ET MODALITÉS

Nombre de chocs	2000
Fréquence (Hz)	10
Pression en Bars lors du traitement	1,5
Nombre de séances moyennes	6,3

MAINS LIBRES n° 8 - 2007

Fréquence des séances / semaine 1

Nous appliquons un gel de contact et débutons les ondes de choc en restant toujours en contact verbal avec le patient lui demandant le point qu'il ressent comme le plus douloureux. Nous restons et insistons sur ce point environ 800 à 1000 chocs, puis nous balayons la zone sur 3 à 5 mm tout en restant perpendiculaire avec la pièce à main sur la zone de traitement.

RÉSULTATS

Les résultats de cette étude portent exclusivement sur la douleur. Le mode d'évaluation de l'action antalgique est subjectif et basé sur l'échelle visuelle analogique (E.V.A.) de Huskinson au début de l'étude, pendant le traitement (soit à chaque séance) et à la fin du traitement. Les résultats sont mentionnés dans le tableau suivant:

RÉSULTATS	
% d'amélioration	Nombre de patients
0 %	7
10%	2
20%	3
30%	3
40%	2
50%	5
60%	3
70%	6
80%	13
90%	7
100%	8

17 cas = 28.8% non satisfaisant

14 cas = 23.7% satisfaisant

28 cas = 47.5% excellent

71,2%

CONCLUSION

Le traitement physique des rhizarthroses en phase chronique au moyen des ondes de choc radiales est une approche originale puisque nous n'avons trouvé aucune étude portant sur ce sujet dans la littérature scientifique. Cette démarche démontre que le champ d'application des OCR dans le domaine du traitement des pathologies de l'appareil locomoteur peut encore être élargi. La thérapie par ondes de choc radiales appliquées d'une façon rationnelle et cohérente avec un protocole correct, peut donc être une aide importante et efficace dans notre arsenal thérapeutique même si ce type de traitement n'est pas toujours bien senti.

Les résultats que nous avons obtenus dans cette étude sont conformes à ce que l'on retrouve dans la littérature pour d'autres pathologies avec une très grande majorité de bons (plus de 50% d'amélioration au plan de la douleur) à très bons résultats (plus de

75% d'amélioration), puisque nous obtenons 71,2% de bons à très bons résultats avec même une prédominance pour les très bons résultats (47,5%).

Cette étude ne prend en compte que le paramètre de la douleur en fin de traitement. Il serait intéressant de revoir ces patients à 6 mois et une année afin d'évaluer si ce traitement a des effets durables. D'autres études devraient être entreprises pour évaluer d'autres paramètres comme, notamment, l'amélioration fonctionnelle et la préhension.
Novembre 2007

BIBLIOGRAPHIE

- BRISSET R., LOBEL B, Effets biologiques des ondes de choc. Application à la pathologie mécanique de l'appareil locomoteur, in Onde de choc extra-corporelles, sous la direction de Herrisson Ch., Brissot R., Jorgensen C., Genty M., Ed Sauramps médical, 2004
- ZILTENER J.L., GAPANY N., La thérapie par ondes de choc dans le traitement de la tendinopathie calcifiante de l'épaule, in Onde de choc extra-corporelles, sous la direction de Herrisson Ch., Brissot R., Jorgensen C., Genty M., Ed Sauramps médical, 2004
- GENTY M., SCHMIDT D., A.M.P.A., Evaluation des traitements par ondes de choc extra-corporelles dans les douleurs de l'appareil locomoteur, in Onde de choc extra-corporelles, sous la direction de Herrisson Ch., Brissot R., Jorgensen C., Genty M., Ed Sauramps médical, 2004
- HAAKE M., THON A., BETTE M., No influence of low energy extracorporeal shock wave therapy (ESWT) on spinal nociceptive system. J Orthop Sci 2002; 7 (1):97-101.
- MAIER M., AVERBECK B., MIIZ S., REFIOR H.J., SCHMITZ C., Substance P and prostaglandine release after shock wave application to the rabbit femur. Clin Orthop 2003; 413: 269-80.
- MAIER M., GILLESBERGER F., Abstrakt 2003 zur Muskuloskeletalen Stossenwellentherapie, Kongressband des 3. Drei-Länder-Treffens der Österreichischen, Schweizer und Deutschen Fachgesellschaften
- JORGENSEN C., Utilisation des ondes de choc en pathologie locomotrice: les diverses techniques et le matériel disponible, in Onde de choc extra-corporelles, sous la direction de Herrisson Ch., Brissot R., Jorgensen C., Genty M., Ed Sauramps médical, 2004

ADRESSE DES AUTEURS

23, R. DE LA COMBE, 1260 NYON
schwab.christian@bluewin.ch

Thérapie par ondes de choc des points Trigger® (TST®) et ostéopathie des points Trigger

Ces dernières années une nouvelle thérapie s'est développée. Elle concerne la musculature et permet de lutter judicieusement contre les causes de douleurs et les blessures sportives.

Il s'agit de la thérapie par ondes de choc des Trigger® (TST®).

Diagnostic

Les points Trigger sont des zones de la fibre musculaire qui restent « bloquées » en contraction, ils sont palpables sous forme de « nœuds durs » et peuvent engendrer douleurs et limitation de la mobilité du muscle concerné. En médecine, on les appelle également des « points de détente myofasciaux ».

Ils sont généralement considérés, en orthopédie et en médecine sportive, comme douloureux mais sans danger pour la santé. La médecine des points Trigger part du principe que ces derniers sont précisément la cause principale de la réduction des performances et des problèmes musculaires, ainsi que de nombreux problèmes rencontrés en médecine sportive. Ils sont très souvent les principaux responsables de douleurs au niveau des disques intervertébraux, dans la nuque, dans le dos et des sciatiques. Ils peuvent être également responsables de maux de tête, mais également de douleurs aux articulations des épaules, des hanches et des genoux. Cela ne concerne donc pas uniquement la médecine sportive, mais touche bel et bien des millions de personnes.

Ce qui est particulièrement insidieux avec les points Trigger, c'est qu'ils produisent souvent des douleurs à des endroits du corps qui sont très éloignés de leur origine : c'est ce qu'on appelle des points Trigger éloignés. Quand ils se produisent, il est particulièrement difficile pour une médecine axée sur les symptômes de déceler l'origine exacte des limitations de performances, des raccourcissements musculaires et/ou des douleurs.

En bonne logique, on va alors appliquer le traitement à l'endroit où les douleurs sont ressenties - de cette manière, on ne traitera que les symptômes, et non la cause du problème. Par contre, le concept de diagnostic et de traitement des points Trigger permet de combattre les causes mêmes de ces dysfonctionnements - soit les points Trigger - en les localisant précisément, puis en les éliminant.

Plus de douleurs grâce à la maîtrise des points Trigger

La thérapie par ondes de choc des points Trigger® permet d'appliquer un traitement en douceur mais efficace. De plus, elle se pratique sans recours à des médicaments et ne provoque pas d'effets secondaires, elle constitue donc une alternative sans risques et très efficace aux méthodes de traitement habituelles. Un autre avantage, c'est que cette thérapie peut être entreprise quotidiennement directement lors d'événements sportifs, de façon ambulatoire ou dans le cadre d'un séjour hospitalier. C'est pourquoi, en cas de blessures sportives aiguës ou après des opérations, de tels problèmes peuvent être maîtrisés en quelques jours déjà, ce qui accélère la rééducation.

Le traitement des points Trigger

Ce n'est pas seulement la thérapie extracorporelle par ondes de choc avec Swiss DolorClast® qui est importante pour le succès du traitement, mais également la formation des thérapeutes. Le traitement des points Trigger exige en effet une compétence particulière. Il est absolument essentiel de poser un diagnostic exact et de connaître les différents problèmes qui peuvent surgir avec les points Trigger. D'une manière générale, la durée de traitement nécessaire est fonction de l'importance des zones douloureuses et de la pression exercée. On peut se baser sur une durée de traitement d'environ 25 minutes par séance. La plupart des douleurs dues à des contractions s'atténuent au bout de trois à six séances de traitement. Le nombre de séances dépend malgré tout du temps depuis lequel les problèmes existent.

Le traitement avec Swiss DolorClast® et la thérapie par ondes de choc des Trigger® se déroule de la manière suivante :

- diagnostic de la zone à traiter par palpation
- délimitation de la zone de traitement
- pose du gel de contact
- branchement et application des ondes de choc extracorporelles (TEOC) à l'aide de l'applicateur Swiss DolorClast®.

Les réglages spécifiques de l'appareil sont effectués par le thérapeute.

TRAITEMENT PAR ONDES DE CHOC ET TENDINOPATHIES DU COUDE

H. de Labareyre, Clinique des Lilas, 49 av du Mal Juin, 93260 Les Lilas

Les pathologies tendineuses du coude ont, bien entendu, immédiatement fait partie de celles sur lesquelles les ondes de choc (ODC) ont été tentées dès leur apparition dans la thérapeutique de ces affections, à la fin des années 90. Il existe un agrément officiel par la FDA aux Etats-Unis pour l'épicondylite latérale depuis décembre 2000. D'après des sources internet, 3 machines auraient reçu l'agrément depuis cette date. Il faut noter que seules l'épicondylite latérale et l'aponévrosite plantaire ont reçu un agrément à l'heure où nous écrivons (juin 2006).

Le principe des ODC, leur histoire et leurs modes d'action ont déjà été détaillés par ailleurs dans cet ouvrage, dans le chapitre concernant l'épaule. Ils ne seront donc pas repris.

Nous ferons une analyse de la littérature et rapporterons les résultats que nous avons obtenus à l'aide d'ODC radiales.

DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

Dans cette localisation tendineuse, les résultats rapportés dans la littérature peuvent paraître très discordants avec, parfois, des études contradictoires pour le même auteur.

Les méta-analyses soulignent la grande difficulté à comparer les études du fait de la multiplicité des protocoles, des machines, des niveaux d'énergie et des modalités d'appréciation.

Nous rapportons un certain nombre de publications, par ordre chronologique, sans prétendre être exhaustif. Celles-ci concernent toutes les épicondylites latérales.

- Rompe (1996) [19]: comparaison entre ESWT de faible énergie et placebo chez 100 patients. Supériorité du traitement avec 48% de bons et très bons résultats,

- Perlick (1999) [17]: comparaison ESWT et chirurgie chez 60 patients. Succès à 43% pour ESWT contre 73% pour la chirurgie,

- Frölich (1999) [8]: comparaison RSWT et placebo chez 103 patients. Nette supériorité du traitement RSWT,

- Melikyan (2001) [14]: comparaison ESWT et placebo. Supériorité de ESWT

- Haake (2001) [10]: comparaison ESWT et placebo chez environ 800 patients. Pas de différence entre les deux groupes

- Rompe (2001) [20]: comparaison entre ESWT seul et ESWT associé à des manipulations cervicales. Il est retrouvé une efficacité dans 56% des cas par traitement ESWT seul et de 60% lorsqu'il est associé à des manipulations

- Wang (2002) [24]: résultats jugés positifs après 1 ou 2 séances chez 57 patients

- Haake (2002) [11]: comparaison ESWT et placebo chez 272 patients. Pas de différence entre les deux groupes

- Melikyan (2002) [15]: comparaison ESWT et placebo. Pas de différence entre les deux groupes

- Speed (2002) [23]: comparaison ESWT et placebo chez 75 patients. Pas de différence entre les deux groupes,

- Decker (2002) [6]: cet auteur retrouve 73% de satisfaction parmi 85 patients,

- Crowther (2002) [4]: comparaison entre ESWT et l'infiltration. L'infiltration est jugée supérieure,

- Pettrone (2002) [18]: comparaison ESWT et placebo chez 114 patients. Amélioration

dans 64% des cas dans le groupe ESWT contre 31% dans le groupe placebo, la différence est jugée significative,

- Ogden (2002) [16]: comparaison ESWT et placebo chez 206 patients. On retrouve 53% de succès dans le groupe ESWT contre 29% dans le groupe placebo. Ce résultat est jugé statistiquement significatif et entraîne l'agrément de la FDA pour la machine utilisée,

- Brunet-Guedj (2002) [1]: étude ouverte RSWT. Bons résultats obtenus dans 78% des

cas mais il faut noter que seulement 23 patients ont été inclus,

- Day (2003) [5]: comparaison ESWT et chirurgie. Les patients retournent au travail dans 76% des cas dans le groupe ESWT contre 30% dans le groupe chirurgie,

- Dunham (2003) [7]: comparaison ESWT contre placebo chez 204 patients. ESWT donne 45% de succès contre 23% dans le groupe placebo

- Rompe (2004) [21]: comparaison ESWT contre placebo chez 78 patients. Les patients retournent dans 65% des cas au travail contre 35% dans le groupe placebo,

- Chung (2005) [3]: comparaison ESWT et placebo chez 60 patients. Pas de différence

- Spacca (2005) [22]: comparaison RSWT et placebo chez 62 patients. Il est observé une amélioration significative des paramètres cliniques

avec une satisfaction obtenue dans 87% des cas dans le groupe RSWT au lieu de 10% dans le groupe placebo,

- Buchbinder (2005) [2]: comparaison ESWT et placebo. Pas de différence ou bénéfice minime,

- Lebrun (2005) [12]: cet auteur conclut au peu d'intérêt de l'utilisation des ESWT à faible énergie,

- Furia (2005) [9]: une bonne efficacité est retrouvée dans 77,8% des cas

DISCUSSION

Comme on le voit, il existe une grande disparité de résultats avec une répartition plutôt

équilibrée entre les études favorables et celles qui ne font pas de grande différence entre les ODC et le traitement placebo. Il est donc très difficile de se faire une opinion claire.

Ceci étant, l'agrément FDA a été donné à plusieurs reprises depuis 2000, les résultats ayant

été jugés significatifs. Il faut souligner que la seule autre indication "agrée" à ce jour est

l'aponévrosite plantaire suite à l'étude d'Ogden, en 2001. Il faut

souligner que plusieurs groupes de travail américains (Blue Cross Blue Shield Association, National Institute for Clinical Excellence, Washington State Department of Labor and Industries) ont analysé

des études comparatives a priori valides, étudié les métaanalyses et sont restés perplexes. L'unanimité est donc loin d'être établie. Les résultats

jugés satisfaisants donnent des chiffres que s'évaluent entre 40 et 78% (si l'on exclut les 87% obtenus par Spacca [22], manifestement

surestimés...), ce qui donne une fourchette très large, sans doute

explicable par des critères d'appréciation différents d'une étude à l'autre et des modalités techniques différentes. Les meilleurs chiffres

obtenus par Rompe et al lorsqu'il associe ESWT et manipulations

cervicales [20] montrent qu'un certain nombre d'épicondylalgies ne sont pas des épicondylites latérales et qu'elles peuvent répondre à d'autres prises en charge thérapeutiques sans que les ODC n'aient une

quelconque action locale sur ces problèmes (douleurs projetées, névralgies cervico-brachiales atypiques,...).

Par ailleurs, Maier [13] a montré que la réponse aux ODC était

meilleure chez les patients qui présentaient d'authentiques anomalies

tendineuses à l'IRM que chez ceux qui avaient une IRM normale. Là

encore, on peut penser que la certitude d'avoir une souffrance

tendineuse est un meilleur gage de succès.

NOTRE EXPERIENCE

Ceci nous conduit à rapporter les chiffres que nous avons obtenu en

quelques années à l'aide d'une technique RSWT (DolorClast, EMS, Suisse), technique qui fait partie des ODC à faible énergie. Le

protocole comportait au maximum 6 séances espacées d'une semaine (2000 coups, 15 Hz, 1,5 à 2,5 bars selon la tolérance douloureuse). Il

ne s'agit que d'une étude ouverte.

En ce qui concerne les épicondylites latérales (n=105):

- 57,1% des patients se sont jugés satisfaits ou très satisfaits, avec un

nombre moyen de 4,3 séances

- 42,9% des patients ont jugé le traitement insuffisant ou nul, avec un

nombre moyen de

séances à 4,8

- Aucun ne s'est jugé aggravé

En ce qui concerne les épicondylites médiales (n= 39)

- 53,8% (n=21) des patients se sont jugés satisfaits ou très satisfaits,

avec un nombre moyen de séances à 4,9

- 43,6% (n=17) des patients ont jugé le traitement insuffisant ou nul,

avec un nombre moyen de séances à 5,3

- 1 patient s'est jugé aggravé

Quelques réflexions s'imposent.

Nos chiffres sont très moyens, incontestablement moins bons que ceux

que nous obtenons

dans toutes les autres localisations tendineuses où nous avons testé les

ODCR. Il est probable qu'un certain nombre de nos patients

épicondylalgiques ne présentaient pas d'authentiques épicondylites, ce

qui pénalise les résultats. Les bilans IRM pré-thérapeutiques sont tout

à fait exceptionnels dans notre série, ne faisant pas partie du bilan

systématique, et nos diagnostics sont donc possiblement erronés dans

un certain nombre de cas.

Il n'est par ailleurs pas certain que les paramètres "machine" que nous

avons choisis soient les plus performants. Nous sommes pour l'instant

contraint de les garder dans le cadre de cette étude pour garder un

groupe homogène.

Il est surprenant de noter que les chiffres que nous obtenons sont dans la moyenne de ceux qui sont obtenus dans les études ESWT pour lesquelles nous avons des résultats précis. Ceci nous conforte dans l'impression que nous avons déjà par ailleurs que les résultats obtenus par les ODCR sont comparables à ceux obtenus par les ODCF au prix d'un nombre de séances supérieurs. Les protocoles ESWT comportent de 1 à 4 séances alors que nous avons besoin de 4 à 5 séances en moyenne dans cette série.

CONCLUSION

Les résultats obtenus par les traitements par ODC sur les pathologies tendineuses du coude sont discordants et seulement modérément performants dans les études favorables. Ils ont néanmoins conduit à un avis favorable de la FDA pour plusieurs machines ESWT de technologies différentes. A la différence d'autres localisations tendineuses, les ODC ne sont peut-être pas à proposer en priorité dans ce cas. Les patients doivent être prévenus des risques d'insuccès de la méthode. L'absence d'effets secondaires importants et le faible nombre de séances nécessaires sont néanmoins des facteurs facilitant.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - Brunet-Guedj E, Brunet B, Girardier J, Renaud E: Traitement des tendinopathies chroniques par ondes de choc radiales - J traumatol Sport, 2002, 19, 239-43
- 2 - Buchbinder R, Green S, Youd J et al: Shock wave therapy for lateral elbow pain Cochrane Database Syst Rev, 2005, 19, 4, CD003524, review
- 3 - Chung B, Wiley JP, Rose MS: Long-term effectiveness of extracorporeal shockwave therapy in the treatment of previously untreated lateral epicondylitis Clin J sports Med, 2005, 15, 5, 305-12
- 4 - Crowther MA, Bannister GC, Huma H, Rooker GD: A prospective, randomised study to compare extracorporeal shockwave therapy and injection of steroid for the treatment of tennis elbow - J Bone Joint Surg (Br), 2002, 84B, 5, 678-9
- 5 - Day B: clinical focusing and low energy ESWT in the treatment of work-induced chronic lateral epicondylitis 6th International congress of the ISMST, Orlando, 2003
- 6 - Decker T, Kuhne B, Gobel f: Extracorporeal shockwave therapy in epicondylitis humeri radialis - short-term and intermediate-term results Orthopäde, 2002, 31, 7, 633-6
- 7 - Dunham RC, et Langerman RJ: treatment of chronic lateral epicondylitis with shock wave therapy (Ossatron); a multicenter, blinded, randomized, placebo-controlled study of safety and efficacy 6th International Congress of the ISMST, Orlando, 2003
- 8 - Frölich T et Haupt G: Successful therapy of tennis elbow and calcaneal spur by ballistic shock-waves; a prospective, randomized, placebo-controlled multicenter study 10ème congrès Européen de Médecine du Sport, Innsbruck, 1999
- 9 - Furia JP: Safety and efficacy of extracorporeal shock wave therapy for chronic lateral epicondylitis Am J Orthop, 2005, 34, 1, 13-9
- 10 - Haake M: Extracorporeal shockwave therapy in the treatment of tennis elbow - a prospective randomised placebocontrolled multicenter trial 4th International Congress of the ISMST, Berlin, 2001
- 11 - Haake M, König IR, Decker t et al: Extracorporeal shockwave therapy in the treatment of lateral epicondylitis - a randomized multicenter trial J Bone Joint Surg (Am), 2002, 84A, 1982-91
- 12 - Lebrun CM: Low-dose extracorporeal shock wave therapy for previously untreated lateral epicondylitis Clin J Sports Med, 2005, 15, 5, 401-2
- 13 - Maier M: Extracorporeal shock-wave therapy for chronic lateral tennis elbow; prediction of outcome by imaging - Arch Orthop Trauma Surg, 2001, 20,
- 14 - Melikyan EY: Prospective randomised double blinded study of extracorporeal shock wave therapy versus placebo for intractable tennis elbow 4th International Congress of the ISMST, Berlin, 2001
- 15 - Melikyan EJ, Miles JNV, Bainbridge LC: a randomised double blinded study of extracorporeal shockwave treatment for lateral epicondylitis - the Derby tennis elbow study - 5th International Congress of the ISMST, Winterthur, 2002
- 16 - Ogden JA: Lateral epicondylitis; the FDA study 5th International congress of the ISMST, Winterthur, 2002
- 17 - Perlick L, Gassel F, Zander D et al: comparison of results of medium energy ESWT and Mittelmeier surgical therapy in therapy refractory epicondylitis humeri radialis Z Orthop Ihre Grenzgeb, 1999, 137, 316-21
- 18 - Petrone FA: Evaluation of extracorporeal shock wave therapy for chronic lateral epicondylitis - Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, Dallas, 2002
- 19 - Rompe JD, Hope C, Kullmer K et al: Analgesic effect of extracorporeal shock-wave therapy on chronic tennis elbow - J Bone Joint Surg, 1996, 78B, 233-7

20 - Rompe JD, Riedel C, Betz U, Fink C: Chronic lateral epicondylitis of the elbow; a prospective study of low-energy shockwave therapy and low-energy shockwave plus manual therapy of the cervical spine - Arch Phys Med Rehabil, 2001, 82, 578-82

21 - Rompe JD, Decking J, Schoellner C, Theis C: Repetitive low-energy shock wave treatment for chronic lateral epicondylitis in tennis players

Am J Sports Med, 2004, 32, 734-43

22 - Spacca G, Necozone S, Cacchio A: Radial shockwave therapy for lateral epicondylitis; a prospective randomised controlled single-blind study

Eura Medicophys, 2005, 41, 1, 17-25

23 - Speed CA, Nichols D, Richards C et al: Extracorporeal shock wave therapy for lateral epicondylitis - a double blind randomised controlled trial

J Orthop Res, 2002, 20, 895-98

24 - Wang CJ et Chen HS: Shock wave therapy for patients with lateral epicondylitis of the elbow - a one-to-year follow-up study Am J Sports Med, 2002, 30, 422-25

TRAITEMENT PAR ONDES DE CHOC ET PATHOLOGIES DE LA COIFFE DES ROTATEURS

H. de Labareyre, clinique des Lilas, 49 av du Mal Juin, 93260 Les Lilas

Nouvelles venues dans l'arsenal thérapeutique des tendinopathies, les ondes de choc (ODC) ont pu être testées dans le cadre des tendinopathies de l'épaule. Ces techniques restant encore assez confidentielles, il est utile d'avoir quelques notions sur les modalités techniques des différentes méthodes, leurs modes d'action présumés ainsi que sur les résultats susceptibles d'être obtenus. De nombreuses études ont été publiées, en particulier aux Etats-Unis, pour passer les barrières de la "Food and Drug Administration" (FDA), conditions nécessaires à l'introduction des machines aux USA. A l'heure actuelle (juin 2006), aucun agrément officiel n'a encore été prononcé dans cette indication thérapeutique, à l'inverse de l'aponévrosite plantaire et de l'épicondylite.

PRINCIPE [1]

Le terme d'ODC est en principe réservé aux ondes sonores. Une ODC se caractérise par une variation transitoire et brutale de pression de forte amplitude pendant un temps très court. Par extension, ce terme est également employé pour dénommer l'onde mécanique qui se transmet à partir d'un point de percussion.

LES MACHINES

Deux principes de machines se complètent ou s'affrontent.

Les plus simples créent des ondes de choc extracorporelles rayonnantes ou radiales (ODCR ou RSWT en anglais – Radial Shock Wave Therapy), par percussion. Un compresseur d'air produit de l'air comprimé qui propulse un petit projectile qui vient percuter un applicateur fixe dans une pièce à main posée sur la région à traiter. Il est réalisé l'équivalent d'un couple marteau (le projectile) – burin (l'applicateur) avec création de percussions directes cutanées. Celles-ci induisent une ODC purement mécanique qui cherche à atteindre la lésion tendineuse visée et s'épuise en pénétrant plus profondément dans les tissus. On estime que l'épuisement est obtenu au-delà de 3-3,5cm de profondeur, ce qui ne pose pas de problème particulier en ce qui concerne la coiffe des rotateurs. La zone d'action a la forme d'un cône dont la pointe se situe sous l'applicateur, zone où l'énergie est maximale.

Les plus complexes créent des ondes de choc extracorporelles focalisées (ODCF ou ESWT en anglais – Extracorporeal Shock Wave Therapy) reposent sur la libération d'une onde de choc ultra-sonore à distance du foyer d'émission, directement en profondeur dans les tissus, au niveau de la zone lésionnelle tendineuse. De multiples technologies sont proposées (électro-magnétiques, électrohydraulique, piézo-électrique). La profondeur d'action maximale peut atteindre 10-11cm, le niveau d'énergie libérée peut être notablement supérieur à celui des ODCR. Ces machines imposent, pour certaines, un couplage avec un échographe qui permet de pouvoir viser la lésion à traiter. La zone d'action de cette ODC purement acoustique a la forme d'un cigare plus ou moins large, avec une énergie maximale au "centre" de celui-ci.

HISTORIQUE

L'idée d'utiliser les ODC dans le cadre des pathologies des tissus mous a été suscitée en priorité par la coiffe des rotateurs ou, plus exactement, par l'hypothèse que les calcifications de celle-ci pouvaient être détruites par cette technique. Cette supposition a naturellement fait suite à l'observation des succès obtenus par les ODC dans le cadre du traitement des calculs urinaires puis dans celui de certaines pseudarthroses. Ce n'est que dans un quatrième temps que l'extension des indications s'est faite aux tissus mous non calcifiés.

MODE D'ACTION [1]

Il n'y a pas eu d'étude animale préalable à l'utilisation chez l'homme... La compréhension des modes d'action reposait donc sur des hypothèses. Ce n'est que récemment que quelques publications sur des expérimentations animales ont permis de mieux comprendre certains mécanismes d'action ou de simplement montrer que les modifications tissulaires imaginées correspondaient à une certaine réalité.

- l'action mécanique

Le principe de base qui a stimulé les premiers utilisateurs était d'imaginer que les ODC avaient la faculté de créer des microlésions grâce aux phénomènes de cavitation propres à l'ODC. Ces microlésions fraîches ayant un meilleur potentiel de cicatrisation que celui des tissus pathologiques évoluant de façon chronique, il était licite de penser que la stimulation des tissus pathologiques était susceptible de pouvoir stimuler des processus de cicatrisation.

Certains ont effectivement montré une hypervascularisation immédiate après une séance d'ODCF (contrôle écho-Doppler couleur sur la coiffe des rotateurs), ce qui jouerait un rôle favorable dans les processus de cicatrisation. D'autres ont comparé le devenir de tendons blessés à l'aiguille ou sectionnés-suturés dans deux groupes d'animaux traités ensuite par ODC ou non: une néovascularisation et une cicatrice de meilleure qualité ont été observées dans les premiers groupes, notamment à la jonction tendon-os [18, 19, 27, 28]. Une publication récente chez le porc souligne que l'utilisation des ODCF au-delà de certains niveaux d'énergie est susceptible de créer des lésions tendineuses [20], confirmant que l'action traumatique est bien réelle. L'action mécanique ainsi que celle sur la vascularisation locale sont donc à mettre en avant.

Le principe de base reprend d'une certaine façon celui des massages transverses profonds mais d'une façon totalement mesurable, reproductible, modulable à volonté et avec une force difficilement réalisable manuellement. Ce mode d'action mécanique permet de répondre mécaniquement au problème posé par une tendinopathie d'origine microtraumatique ou dégénérative. En cas de rupture tendineuse, il est illusoire de prétendre à une cicatrisation mais il est possible d'avoir une action favorable par effet antalgique (cf infra), y compris sur le long terme. En cas de bursite sous-acromio-deltoidienne importante, la pertinence d'un traitement par ODC devient plus que discutable.

Cette action de cicatrisation se manifeste à retardement, à l'issue d'une période qui s'étale sur 6 semaines après la séance, ce qui correspond au temps physiologique de cicatrisation des tissus mous. Il nous semble donc qu'il s'agit du délai logique à partir duquel il devient cohérent d'apprécier le résultat d'un traitement. Certains auteurs suggèrent d'évaluer l'efficacité des traitements après des délais nettement plus longs (6-12 mois), avançant la notion de "dépendance-temps". Cette méthode nous paraît pouvoir surestimer les résultats car le temps qui passe fait parfois bien les choses (à moins de comparer à un groupe véritablement placebo pendant le même temps, ce qui peut paraître long pour le patient...) et, inversement, s'il existe une dégradation après une période d'amélioration authentique, cela ne permet pas de discréditer une technique qui ne peut pas obligatoirement prétendre apporter une guérison ferme et définitive, surtout si le nombre de séances a été limité.

- l'action biochimique

Il existe une théorie biochimique locale qui met en avant le rôle probable de la libération d'endorphines ou de substances inhibitrices de la douleur ou de substances anti-inflammatoires du fait de l'émission de l'ODC. Cette action antalgique se manifesterait à moyen terme et expliquerait les améliorations fonctionnelles précoces, en cours de traitement.

- le gate-control

L'effet antalgique précoce, à très court terme, susceptible d'être observé pendant la séance ou dans les heures suivantes, relèverait de mécanismes antalgiques de type « gate-control ».

EFFETS SECONDAIRES

Ils sont proportionnels à l'intensité des chocs et ne sont pas constants. On peut observer une recrudescence temporaire et modérée des douleurs dans le cadre des tendinopathies non calcifiantes. En cas de calcifications, il est possible de créer une réaction hyperalgique, souvent contemporaine dans ce cas d'une résorption au moins partielle de l'amas calcique, plus volontiers après la 2ème ou 3ème séance.

Une ecchymose sous-cutanée est pratiquement constante lors des traitements RSWT sur l'épaule, par traumatisme du pannicule adipeux.

L'utilisation d'ESWT à des niveaux élevés est susceptible de créer un oedème intra-osseux à proximité de la zone d'action (région trochantérienne).

CONTRE-INDICATIONS

En dehors des contre-indications d'usage (grossesse, enfant, pathologie locale,...) il est très préférable de s'abstenir de toute ODC en cas de trouble de la coagulation ou de traitement anti-coagulant.

Nous avons toujours considéré que la capsulite rétractile de l'épaule était une contre-indication aux ODC. Par conséquent, il nous paraît cohérent de vérifier avant chaque séance qu'il n'existe pas une limitation articulaire pouvant faire craindre ce diagnostic et éventuellement suspendre le traitement. Cette notion n'est pas mentionnée dans la littérature.

ANALYSE DE LA BIBLIOGRAPHIE – RESULTATS

La littérature est très prolifique ces dernières années et il faut d'emblée souligner que les résultats ne sont pas homogènes et qu'ils sont parfois franchement discordants. Il est souvent difficile de faire la part des choses car la taille des études, les protocoles et les machines sont différents. Certains auteurs, ayant réalisé des méta-analyses soulignent ces difficultés [4,9].

Quelques études répondent à des critères scientifiques reconnus (étude randomisée, en double aveugle, contre placebo) alors que d'autres ne sont que des études ouvertes. Il est donc très difficile de se faire une idée exacte des résultats obtenus mais il est possible d'apprécier la tendance générale.

Nous rapporterons de façon succincte les résultats d'une liste de publications qui n'est pas exhaustive, par ordre chronologique:

- Loew (1999)[14]: ESWT, 4 groupes de 20 patients, à 4 niveaux d'énergie. Les résultats sont d'autant meilleurs que l'énergie augmente (jusqu'à 60% de résultats satisfaisants),
- Hearnden (2000)[10]: ESWT chez 39 patients vs placebo. La diminution des douleurs et les modifications des calcifications sont supérieures dans le groupe ESWT,
- Gremion (2000)[8]: étude ouverte comparant une machine ESWT et une machine RSWT chez 40 patients porteurs de tendinopathies calcifiantes. Les résultats sont bons ou excellents chez 83% des patients, sans différence significative entre les deux techniques,
- Pigozzi (2000)[23]: étude ouverte ESWT de 72 patients. Bons résultats dans 67% des cas en 8 séances, modifications des calcifications dans 37% des cas,
- Juan (2001)[11]: 5 groupes de 10 patients présentant des tendinopathies calcifiantes randomisés dans 1 groupe placebo et 4 groupes ESWT d'intensités croissantes. ESWT meilleur que le placebo et d'autant plus que l'intensité augmente,
- Juan (2001)[12]: 4 groupes de 20 patients présentant des tendinopathies non calcifiantes randomisés dans 1 groupe placebo et 3 groupes ESWT d'intensités croissantes. Pas de différence entre les 4 groupes,
- Schmitt (2001)[25]: pas de différence entre ESWT et placebo dans le cadre de tendinopathies non calcifiées,
- Speed (2002)[26]: 74 patients randomisés entre ESWT et placebo. Pas de différence entre les deux groupes,
- Brunet-Guedj (2002)[2]: étude ouverte sur 15 patients en RSWT. 75% de résultats satisfaisants,
- Daecke (2002)[6]: comparaison de protocoles comportant 1 ou 2 séances chez 115 patients. Pas de différence notable et un taux de satisfaction moyen de l'ordre de 70%,
- Noël (2002)[17]: étude ouverte ESWT sur 65 patients présentant une tendinopathie calcifiante. Résultats satisfaisants sur la symptomatologie douloureuse dans 63% des cas et modification de la calcification dans 29% des cas,
- Cosentino (2003)[5]: 70 patients randomisés ESWT vs placebo. Meilleurs résultats du groupe ESWT sur la douleur et les modifications des calcifications,
- Magosch (2003)[15]: 35 patients traités par RSWT. Les douleurs ont été améliorées dans 90,8% (!) des cas et les calcifications ont diminué ou disparu dans 38,1% des cas,
- Wang (2003)[29]: ESWT chez 39 patients. Résultats excellents dans 60,6% des cas et bons dans 30,3%, soit 90,9% de résultats satisfaisants (!),
- Gerdesmeyer (2003)[7]: 3 groupes de 48 patients randomisés entre traitement placebo et ESWT à deux énergies différentes. ESWT supérieur au placebo et d'autant plus que l'énergie augmente,
- Perlick (2003) [21]: 2 groupes de 40 patients randomisés en ESWT à deux énergies différentes. Résorption du dépôt calcique dans 37,5% des cas à faible énergie, 55% des cas à énergie double,
- Ziltener (2004) [30]: étude préliminaire RSWT vs placebo sur 18 cas. Tendance favorable à RSWT,
- Hsu (2004)[13]: 2 groupes de 21 patients, ESWT vs placebo. ESWT supérieur au placebo,
- Pleiner (2004)[24]: comparaison ESWT et placebo. Pas de différence flagrante à long terme,
- Peters (2004)[22]: 3 groupes de 30 patients randomisés en ESWT à deux énergies différentes et placebo. ESWT supérieur au placebo et d'autant plus que l'énergie augmente,
- Moretti (2005)[16]: ESWT chez 54 patients porteurs d'une tendinopathie calcifiante. 70% sont satisfaits du traitement et la calcification diminue ou disparaît dans 89% des cas,
- Cacchio (2006)[3]: 2 groupes de 45 patients randomisés en RSWT vs placebo. Amélioration des critères fonctionnels dans le groupe RSWT et disparition complète ou partielle des calcifications dans 100% des cas (!) vs 8,8% dans le groupe témoin.

DISCUSSION

A l'évidence, les différentes études ne sont pas unanimes sur l'efficacité des ODC. Les résultats négatifs semblent néanmoins moins fréquents que les résultats positifs. Certaines études italiennes donnent des chiffres étonnants tant dans l'amélioration de la symptomatologie douloureuse que dans les modifications des calcifications: elles sont peut-être à tempérer.

Les auteurs qui ont testé différents niveaux d'énergie semblent d'accord pour dire que les résultats favorables augmentent avec l'intensité des chocs.

Lorsque nous possédons les chiffres de satisfaction, ceux-ci s'étalent entre 60% et 90,9%! Les modifications de calcifications vont de 37,5% à 100%!

Ceci nous conduit à rapporter les chiffres que nous avons obtenu en quelques années à l'aide d'une technique RSWT (DolorClast, EMS, Suisse).

Dans une étude ouverte portant sur 79 patients inclus dans un protocole comportant un maximum de 6 séances espacées d'une semaine (2000 coups, 9 Hz, 2 à 2,5 bars selon la tolérance douloureuse) nous avons obtenu les résultats suivants:

- 73,4% des patients (n=58) se sont jugés satisfaits ou très satisfaits, avec un nombre moyen de séances égal à 4,8
- 25,3% (n=20) ont jugé le résultat insuffisant ou nul
- 1,3% (n=1) s'est jugé aggravé

Parmi les 29 patients qui présentaient une calcification de coiffe de type A, B ou C (c'est-à-dire homogènes intra-tendineuses, dans la bourse sous-acromiale ou inhomogènes), nous avons noté une modification (diminution ou disparition) dans 10 cas seulement soit dans 34,5% des cas. Les microcalcifications d'insertion (type D) ne semblent pas être modifiées par les ODC.

Nos chiffres sont très voisins de ceux que nous avions pu donner à des périodes où notre série était plus petite, ce qui témoigne d'une certaine constance, et se rapprochent des chiffres moyens des auteurs que nous avons cités plus haut (études ESWT et RSWT) c'est-à-dire que les chances d'améliorer la symptomatologie douloureuse des patients souffrant de la coiffe des rotateurs semblent globalement être de 70% alors que les calcifications ne se trouvent modifiées que dans 1/3 des cas.

CONCLUSION

Les ODC apportent de façon indiscutable une arme de plus dans l'arsenal thérapeutique face aux tendinopathies de coiffe. Demandant un nombre limité de séances, elles permettent une diminution de coût et de temps perdu pour les patients. La simplicité de mise en route du traitement ainsi que son très faible risque iatrogène sont également à mettre en avant. L'analyse de la littérature et de notre petite expérience nous fait dire que la motivation première pour l'utilisation des ODC sur la pathologie de la coiffe est la gêne fonctionnelle douloureuse et non pas les éventuelles calcifications. La persistance de celles-ci n'empêche pas les patients d'être satisfaits, ce qui est une notion connue de tous. Il est néanmoins possible ou probable que l'utilisation des ODC focalisées, à haut niveau d'énergie, puisse être plus performante sur la modification des calcifications que les ODC focalisées à bas niveau d'énergie ou les ODC radiales, permettant d'amener les patients en situation de moindre risque de récurrence. En revanche, les chiffres de satisfaction sur la symptomatologie douloureuse ne nous permettent pas de faire de différence notable entre les techniques ESWT et RSWT.

Bibliographie

- 1 - Brissot R, Lobel B: Effets biologiques des ondes de choc – application à la pathologie mécanique de l'appareil locomoteur in *Ondes de choc extra-corporelles en médecine orthopédique : acquisitions en pathologie médicale, chirurgicale et réadaptation de l'appareil locomoteur*, sous la direction de Ch Hérisson, R. Brissot, C. Jorgensen, M. Genty, Sauramps médical, Montpellier, 2004, 92p
- 2 - Brunet-Guedj E, Brunet B, Girardier J, Renaud E : Traitement des tendinopathies chroniques par ondes de choc radiales
J Traumatol Sport, 2002, 19, 4, 239-243
- 3 - Cacchio A, Paoloni M, Barile A *et al*: Effectiveness of radial shock-wave therapy for calcific tendinitis of the shoulder; single-blinded, randomized clinical study
Phys Ther, 2006, 86, 5, 672-682
- 4 - Chung B, Wiley JP: Extracorporeal shockwave therapy; a review
Sports Med, 2002, 32, 13, 851-865
- 5 - Cosentino R, De Stefano R, Selvi E *et al*: Extracorporeal shock wave therapy for chronic calcific tendinitis of the shoulder; single blind study
Ann Rheum Dis, 2003, 62, 3, 248-250
- 6 - Daecke W, Kusnierczak D, Loew M: Long-term effects of extracorporeal shockwave therapy in chronic calcific tendinitis of the shoulder
J Elbow Shoulder Surg, 2002, 11, 5, 476-480
- 7 - Gerdesmeyer L, Wagenfeil S, Haake M *et al*: Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of chronic calcifying tendinitis of the rotator cuff ; a randomized controlled trial
JAMA, 2003, 19, 2573-2580
- 8 - Gremion G, Augros R, Gobelet Ch, Leyvraz PF: Efficacité de la thérapie par ondes de choc extra-corporelles dans les tendinites calcifiantes de l'épaule
Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie, 2000, 48, 1, 8-11
- 9 - Harniman E, Crette S, Kennedy C, Beaton D : Extracorporeal shock wave therapy for calcific and noncalcific tendinitis of the rotator cuff ; a systematic review
J Hand Therap, 2004, 17, 2, 132-151
- 10 - Hearnden A et Flannery MC: A prospective, blinded randomized control trial assessing the use of different energy extracorporeal shock wave therapy for calcifying tendinitis
3rd International congress of the ISMST, Naples, 2000
- 11 - Juan FJ: Effectiveness of extracorporeal shockwave therapy for chronic calcific tendinitis of shoulder; a preliminary report of a prospective blinded randomized control trial
4th International congress of the ISMST, Berlin 2001
- 12 - Juan FJ: Effectiveness of low-energy extracorporeal shock wave therapy on tendinitis of shoulder without evidence of calcific deposit; a preliminary report of a prospective blinded randomized control trial
4th International congress of the ISMST, Berlin 2001
- 13 - Hsu CJ: Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) for calcified tendinitis of the shoulder: a short-term follow-up
7th International Congress of the ISMST, Kaohsiung, 2004
- 14 - Loew M, Daecke W, Kusnierczak D *et al*: Shock- wave therapy is effective for chronic calcifying tendinitis of the shoulder
J Bone Joint Surg (Br), 1999, 81, 5, 863-867
- 15 - Magosch P, Lichtenberg S, Habermeyer P: Radial shock wave therapy in calcifying tendinitis of the rotator cuff; a prospective study
Z Orthop Ihre Grenzgeb, 2003, 141, 6, 629-636
- 16 - Moretti B Garofalo R, Genco S *et al*: Medium-energy shock wave therapy in the treatment of rotator cuff calcifying tendinitis
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2005, 13, 5, 405-410
- 17 - Noel E, Charrin J, Perard D, Marion-Audibert O: Les ondes de choc extra-corporelles en rhumatologie en 2002
Ref Rhum, 2002, 6, 54, 26-29
- 18 - Orhan Z, Alper M, Akman Y *et al* : An experimental study on the application of extracorporeal shock waves in the treatment of tendon injuries ; a preliminary report
J Orthop Sci, 2001, 6, 6, 566-570
- 19 - Orhan Z, Ozturan K, Guven A, Cam K: The effect of extracorporeal shock waves on a rat model of injury to tendo Achillis. A histological and mechanical study
J Bone Joint Surg (B), 2004, 86, 4, 613-618
- 20 - Perlick L, Schiffman R, Kraft CN *et al*: Extracorporeal shock wave treatment of the Achilles tendinitis
Z Orthop Ihre Grenzgeb, 2002, 140, 3, 275-280
- 21 - Perlick L, Luring C, Bathis H *et al*: Efficacy of extracorporeal shock-wave treatment for calcific tendinitis of the shoulder; experimental and clinical results
J Orthop Sci, 2003, 8, 777-783
- 22 - Perner J, Luboldt W, Schwarz W *et al*: Extracorporeal shock wave therapy in calcific tendinitis of the shoulder
Skeletal Radiol, 2004, oct 8
- 23 - Pigozzi F, Giombini A, Parisi A *et al*: The application of shock-wave therapy in the treatment of resistant chronic painful shoulder. A clinical experience.
J sports Med Phys Fitness, 2000, 40, 4, 356-361
- 24 - Pleiner J, Crevenna R, Langenberger H *et al*: extracorporeal shockwave treatment is effective in calcific tendinitis of the shoulder. A randomized controlled trial
Wien Klin Wochenschr, 2004, 116, 15-16, 536-541
- 25 - Schmitt J, Haake M, Tosch A *et al*: Low-energy extracorporeal shock-wave treatment (ESWT) for tendinitis of the supraspinatus; a prospective, randomised study
J Bone Joint Surg (Br), 2001, 83B, 6, 873-876
- 26 - Speed CA, Richards C, Nichols D *et al*: Extracorporeal shock wave therapy for tendinitis of the rotator cuff; a double blind randomised controlled trial
J Shoulder Elbow Surg, 2002, 11, 5, 476-80
- 27 - Wang CJ, Huang HJ, Pai CH : Shock wave – enhanced neovascularization at the tendon-bone junction; an experiment in dogs
J Foot Ankle Surg, 2002, 41, 16-22
- 28 - Wang CJ, Wang FS, Yang KD, Weng LH, Hsu CC, Huang CS, Yang LC: Shock wave therapy induces neovascularization at the tendon-bone junction; a study in rabbits
J Orthop Res, 2003, 21, 984-989
- 29 - Wang CJ, Yang KD, Wang FS *et al*: Shock wave therapy for calcific tendinitis of the shoulder; a prospective clinical study with two-year follow-up
Am J Sports Med, 2003, 31, 3, 425-430
- 30 - Ziltener JL, Gapany N, Leal S: La thérapie par ondes de choc dans le traitement de la tendinopathie calcifiante de l'épaule
In *Ondes de choc extra-corporelles en médecine orthopédique : acquisitions en pathologie médicale, chirurgicale et réadaptation de l'appareil locomoteur*, sous la direction de Ch Hérisson, R. Brissot, C. Jorgensen, M. Genty, Sauramps médical, Montpellier, 2004, 40-47

TRAITEMENT PAR ONDES DE CHOC ET PATHOLOGIES DE L'APONÉVROSE PLANTAIRE

H. de Labareyre, clinique des Lilas, 49 av du Mal Juin, 93260 Les Lilas

Nouvelles venues dans l'arsenal thérapeutique des tendinopathies et des parties molles, les ondes de choc (ODC) ont pu être testées dans le cadre des pathologies de l'aponévrose plantaire (enthésopathie, déchirures). Ces techniques restant encore assez confidentielles, il est utile d'avoir quelques notions sur les modalités techniques des différentes méthodes, leurs modes d'action présumés ainsi que sur les résultats susceptibles d'être obtenus.

De nombreuses études ont été publiées, en particulier aux Etats-Unis, pour passer les barrières de la "Food and Drug Administration"(FDA), conditions nécessaires à l'introduction des machines aux USA. A l'heure actuelle (juin 2006), cet agrément officiel a été délivré dans cette indication thérapeutique pour plusieurs machines différentes ainsi que pour l'épicondylite latérale.

PRINCIPE

Le terme d'ODC est en principe réservé aux ondes sonores. Une ODC se caractérise par une variation transitoire et brutale de pression de forte amplitude pendant un temps très court. Par extension, ce terme est également employé pour dénommer l'onde mécanique qui se transmet à partir d'un point de percussion.

LES MACHINES

Deux principes de machines se complètent ou s'affrontent.

Les plus simples créent des ondes de choc extracorporelles rayonnantes ou radiales (ODCR ou RSWT en anglais – Radial Shock Wave Therapy), par percussion. Un compresseur d'air produit de l'air comprimé qui propulse un petit projectile qui vient percuter un applicateur fixe dans une pièce à main posée sur la région à traiter. Il est réalisé l'équivalent d'un couple marteau (le projectile) – burin (l'applicateur) avec création de percussions directes cutanées. Celles-ci induisent une ODC purement mécanique qui cherche à atteindre la lésion tendineuse visée et s'épuise en pénétrant plus profondément dans les tissus. On estime que l'épuisement est obtenu au-delà de 3-3,5cm de profondeur, ce qui ne pose pas de problème particulier en ce qui concerne l'aponévrose plantaire à condition d'exercer une pression ferme sur la pièce à main, de façon à comprimer les parties molles sous-cutanées. La zone d'action a la forme d'un cône dont la pointe se situe sous l'applicateur, zone où l'énergie est maximale.

Les plus complexes créent des ondes de choc extracorporelles focalisées (ODCF ou ESWT en anglais – Extracorporeal Shock Wave Therapy). Le principe repose sur la libération d'une onde de choc ultra-sonore à distance du foyer d'émission, directement en profondeur dans les tissus, au niveau de la zone lésionnelle tendineuse. De multiples technologies sont proposées (électromagnétiques, électro-hydraulique, piézo-électrique). La profondeur d'action maximale peut atteindre 10-11cm, le niveau d'énergie libérée peut être notablement supérieur à celui des ODCR. Ces machines imposent, pour certaines, un couplage avec un échographe qui permet de pouvoir viser la lésion à traiter. La zone d'action de cette ODC purement acoustique a la forme d'un cigare plus ou moins large, avec une énergie maximale au "centre" de celui-ci.

HISTORIQUE

L'idée d'utiliser les ODC dans le cadre des pathologies des tissus mous a été suscitée en priorité par la coiffe des rotateurs ou, plus exactement, par l'hypothèse que les calcifications de celle-ci pouvaient être détruites par cette technique. Cette supposition a naturellement fait suite à l'observation des succès obtenus par les ODC dans le cadre du traitement des calculs urinaires puis dans celui de certaines pseudarthroses. Ce n'est que dans un quatrième temps que l'extension des indications s'est faite aux tissus mous non calcifiés.

MODE D'ACTION [2]

Il n'y a pas eu d'étude animale préalable à l'utilisation chez l'homme... La compréhension des modes d'action reposait donc sur des hypothèses. Ce n'est que récemment que quelques publications sur des expérimentations animales ont permis de mieux comprendre certains mécanismes d'action ou de simplement montrer que les modifications tissulaires imaginées correspondaient à une certaine réalité.

- l'action mécanique

Le principe de base qui a stimulé les premiers utilisateurs était d'imaginer que les ODC avaient la faculté de créer des microlésions grâce aux phénomènes de cavitation propres à l'ODC. Ces microlésions fraîches ayant un meilleur potentiel de cicatrisation que celui des tissus pathologiques évoluant de façon chronique, il était licite de penser que la stimulation des tissus pathologiques était susceptible de pouvoir entraîner des processus de cicatrisation.

Certains ont effectivement montré une hypervascularisation immédiate après une séance d'ODCF (contrôle écho-Doppler couleur sur la coiffe des rotateurs), ce qui jouerait un rôle favorable dans les processus de cicatrisation. D'autres ont comparé le devenir de tendons blessés à l'aiguille ou sectionnés-suturés dans deux groupes d'animaux traités ensuite par ODC ou non: une néovascularisation et une cicatrice de meilleure qualité ont été observées dans les premiers groupes, notamment à la jonction tendon-os [17, 18, 28, 29]. Une publication récente chez le porc souligne que l'utilisation des ODCF au-delà de certains niveaux d'énergie est susceptible de créer des lésions tendineuses [20], confirmant que l'action traumatisante est bien réelle. L'action mécanique ainsi que celle sur la vascularisation locale sont donc à mettre en avant.

Le principe de base reprend d'une certaine façon celui des massages transverses profonds mais d'une façon totalement mesurable, reproductible, modulable à volonté et avec une force difficilement réalisable manuellement. Ce mode d'action mécanique permet de répondre mécaniquement au problème posé par une tendinopathie d'origine microtraumatique ou dégénérative. En cas de rupture tendineuse ou aponévrotique, il est illusoire de prétendre à une cicatrisation mais il est possible d'avoir une action favorable par effet antalgique (cf infra), y compris sur le long terme. En cas de cicatrice fibreuse, l'effet mécanique est tout à fait superposable à celui que l'on observe sur le tendon.

Cette action de cicatrisation se manifeste à retardement, à l'issue d'une période qui s'étale sur 6 semaines après la séance, ce qui correspond au temps physiologique de cicatrisation des tissus mous. Il nous semble donc qu'il s'agit du délai logique à partir duquel il devient cohérent d'apprécier le résultat d'un traitement. Certains auteurs suggèrent d'évaluer l'efficacité des traitements après des délais nettement plus longs (6-12 mois), avançant la notion de "dépendance-temps". Cette méthode nous paraît pouvoir surestimer les résultats car le temps qui passe fait parfois bien les choses (à moins de comparer à un groupe véritablement placebo pendant le même temps, ce qui peut paraître long pour le patient...) et, inversement, s'il existe une dégradation après une période d'amélioration authentique, cela ne permet pas de discréditer une technique qui ne peut pas obligatoirement prétendre apporter une guérison ferme et définitive, surtout si le nombre de séances a été limité. Hammer [9] a montré qu'il existe une diminution de l'épaisseur de l'aponévrose après le traitement ESWT, en parallèle avec la diminution des douleurs.

- l'action biochimique

Il existe une théorie biochimique locale qui met en avant le rôle probable de la libération d'endorphines ou de substances inhibitrices de la douleur ou de substances anti-inflammatoires du fait de l'émission de l'ODC. Cette action antalgique se manifesterait à moyen terme et expliquerait les améliorations fonctionnelles précoces, en cours de traitement.

- le gate-control

L'effet antalgique précoce, à très court terme, susceptible d'être observé pendant la séance ou dans les heures suivantes, relèverait de mécanismes antalgiques de type « gate-control ».

EFFETS SECONDAIRES

Ils sont proportionnels à l'intensité des chocs et ne sont pas constants. On peut observer une recrudescence temporaire et modérée des douleurs. On n'observe jamais d'ecchymose sous-cutanée ni d'effraction cutanée dans le traitement des aponévrosites plantaires.

L'utilisation d'ESWT à des niveaux élevés est susceptible de créer un oedème intra-osseux à proximité de la zone d'action (calcaneus), cela est très loin d'être systématique. Zhu et al [30] ont montré qu'il existait en revanche très souvent un oedème des tissus mous après une séance.

CONTRE-INDICATIONS

En dehors des contre-indications d'usage (grossesse, enfant, pathologie locale...) il est très préférable de s'abstenir de toute ODC en cas de trouble de la coagulation ou de traitement anti-coagulant. Dans le cas d'un syndrome de type algodystrophique en évolution, il nous paraît cohérent de ne pas réaliser de traitement par ODC.

ANALYSE DE LA BIBLIOGRAPHIE – RESULTATS

On trouve une grande disparité de résultats dans toutes les publications concernant les ODC. Celles qui concernent l'aponévrose plantaire sont très nombreuses. La tendance est globalement plutôt favorable.

- Rompe (1996)[22]: ESWT contre placebo chez 30 patients. Amélioration des douleurs dans 56% des cas avec maintien du résultat à 6 et 12 mois
- Fröhlich (1999) [5]: RSWT contre placebo chez 115 patients. Meilleurs résultats dans le groupe RSWT à un an,
- Ogden (2001) [19]: ESWT versus placebo chez 302 patients. On note 56% d'amélioration dans le groupe traité contre 30% dans le groupe placebo. Cette différence est jugée significative et cette étude a permis le premier agrément de la FDA,
- Buch (2001) [3]: ESWT versus placebo chez 150 patients. Supériorité du traitement ESWT
- Abt (2002) [1]: ESWT versus placebo chez 32 patients. Supériorité du traitement ESWT par 88% de bons résultats contre 33,3%,
- Melegati (2002) [15]: comparaison du traitement ESWT selon que les patients ont déjà été infiltrés auparavant ou non. Le traitement est toujours bénéfique mais moins s'il y a eu infiltration préalable. On ne note jamais de modification de l'épine calcanéenne,
- Ham (2002) [7]: le traitement ESWT est inefficace,
- Rompe (2002) [23]: ESWT versus placebo chez 100 patients. Différence significative en faveur du traitement ESWT
- Buchbinder (2002) [4]: ESWT versus placebo chez 166 patients. Pas de différence significative
- Kwong (2002) [11]: ESWT versus placebo chez 50 patients. Supériorité significative du groupe ESWT
- Speed (2003) [25]: ESWT versus placebo chez 88 patients. Pas de différence significative,
- Hammer (2003) [8]: l'efficacité du traitement est affirmée sur le fait qu'il existe une diminution de 63% sur l'échelle de la douleur à 3 mois et de plus de 90% à un an,
- Gedersmeyer (2004) [6]: RSWT versus placebo chez 70 patients. Diminution significative de la symptomatologie douloureuse dans le groupe RSWT,
- Theodore (2004) [26]: ESWT contre placebo. Le traitement ESWT est efficace dans 56% des cas à 3 mois contre 47% pour le traitement placebo,
- Labek (2005) [12]: les résultats sont meilleurs lorsque le traitement ESWT est réalisé sans anesthésie locale plutôt qu'avec anesthésie,
- Porter (2005) [21]: les infiltrations sont plus efficaces et moins coûteuses que le traitement ESWT,
- Rompe (2005) [24]: sur une série de 86 patients, les résultats sont meilleurs sans anesthésie locale qu'avec anesthésie,
- Trebinjac (2005) [27]: grand scepticisme sur l'utilité des ODC
- Moretti (2005) [16]: 71% de résultats satisfaisants parmi 54 coureurs à pied. Jamais de modifications de l'épine calcanéenne,
- Kudo (2006) [10]: supériorité de ESWT sur le placebo chez 114 patients,
- Malay (2006) [14]: supériorité de ESWT sur le placebo chez 172 patients.

NOTRE EXPERIENCE DES ONDES DE CHOC RADIALES

Nous avons inclus 156 patients depuis 1999 dans une simple étude ouverte qui ne peut être considérée que comme une évaluation d'efficacité. La machine utilisée est le DolorClast™ (EMS, Suisse) Le protocole a comporté un maximum de 6 séances (2000 coups, 9 Hz, 2,5 à 3 bars), espacées d'une semaine, avec bilan effectué un minimum de 6 semaines plus tard. Nous n'avons jamais réalisé d'anesthésie malgré le caractère constamment douloureux des séances de façon à nous assurer du rétrocontrôle du patient qui doit confirmer que l'appareil est bien positionné tout au long de la séance. Les résultats sont les suivants :

- 66% (n=103) se sont jugés satisfaits ou très satisfaits avec un nombre moyen de séances égal à 4,3
- 33,4% (n= 52) ont jugé le résultat nul ou insuffisant avec un nombre moyen de séances égal à 4,8
- un patient s'est jugé aggravé soit 0,6%.

Ces résultats sont difficiles à comparer avec ceux de la littérature car nous n'avons pas toujours les chiffres précis. Ils semblent néanmoins se situer dans la bonne moyenne, mettant sur un pied d'égalité les ODCR et les ODCF de faible énergie. On peut estimer que le chiffre obtenu est satisfaisant mais qu'il est peut-être susceptible d'être amélioré en changeant les paramètres de la machine. Nous ne pouvons le faire actuellement pour garder une série homogène.

Nous pensons qu'il est important de ne pas réaliser d'anesthésie locale pour ne pas transformer un traitement non invasif en traitement invasif et pour garder le rétrocontrôle douloureux du patient.

Dans notre série un petit nombre de patients présentaient des séquelles douloureuses suite à une déchirure de l'aponévrose, en avant de la zone d'insertion, avec un épaississement fibreux bien visible en échographie ou à l'IRM. Les résultats obtenus sont tout aussi satisfaisants

Tous nos patients n'avaient pas une imagerie très performante (pas d'IRM, échographie discutable), ce qui s'explique par la banalité de l'aponévrosite plantaire qui n'incite pas toujours à proposer une imagerie sophistiquée. Ceci a pu entraîner des erreurs diagnostiques (syndrome du tunnel tarsien, souffrance du nerf calcanéen médial), ce qui pénaliserait nos résultats, tout comme d'éventuels syndromes inflammatoires méconnus. Dans tous ces cas, les ODC n'ont aucune raison d'être efficaces.

CONCLUSION

Il est cohérent de proposer les traitements par ODC sur les aponévrosites plantaires et ces traitements font l'objet d'une abondante littérature. Les résultats sont globalement satisfaisants avec une obtention d'un agrément de la FDA pour plusieurs machines. La comparaison des résultats ne montre pas de différence flagrante entre les ODCF et les ODCR, à ceci près qu'il faut sans doute un nombre un peu plus élevé de séances avec ces dernières.

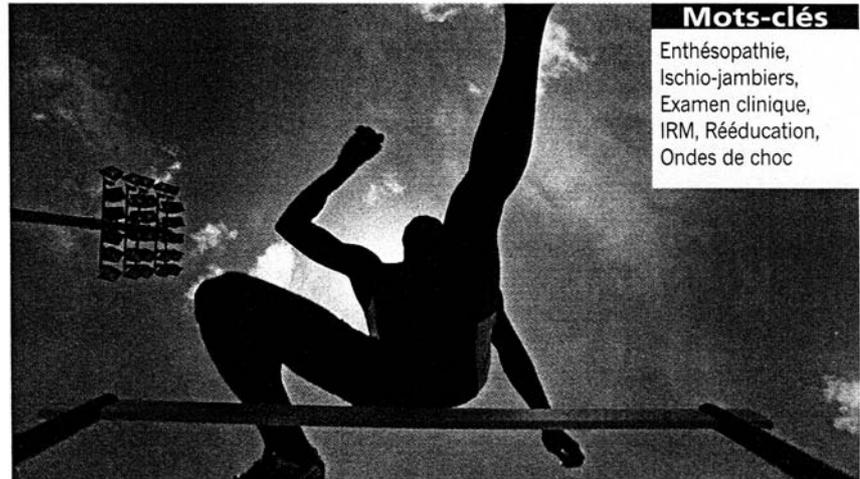
BIBLIOGRAPHIE

- 1 - Abt T, Hopfenmuller W, Mellerowicz H: Shock wave therapy for recalcitrant plantar fasciitis with heel spur: a prospective randomized double blind study
Z Orthop Ihre Grenzgeb, 2002, 140, 5, 548-54
- 2 - Brisson R, Lobel B: Effets biologiques des ondes de choc – application à la pathologie mécanique de l'appareil locomoteur in Ondes de choc extra-corporelles en médecine orthopédique : acquisitions en pathologie médicale, chirurgicale et réadaptation de l'appareil locomoteur, sous la direction de Ch Hérisson, R. Brisson, C. Jørgensen, M. Genty, Sauramps médical, Montpellier, 2004, 92p
- 3 - Buch M: Prospective randomized placebo controlled double blind multicenter study to evaluate safety and efficacy of extracorporeal shockwave therapy in chronic plantar fasciitis 4th International Congress of the ISMST, Berlin, 2001
- 4 - Buchbinder R, Ptasznik R, Gordon J et al: Ultrasound-guided extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis: a randomized controlled trial JAMA, 2002, 288, 11, 1364-72
- 5 - Fröhlich T et Haupt G: Successful therapy of tennis elbow and calcaneal spur by ballistic shockwaves – a prospective, randomized, placebo-controlled multicenter study 10ème Congrès Européen de Médecine du Sport, Innsbruck, 1999
- 6 - Gerdesmeyer L et Henne M: Placebo controlled trial to prove efficacy of radial shockwave therapy in chronic plantar heel pain 7th International Congress of the ISMST, Kaohsiung, 2004
- 7 - Ham PS, Strayer S: Shock wave therapy ineffective for plantar fasciitis – J Fam Pract, 2002, 51, 12, 1017
- 8 - Hammer DS, Adam F, Kreutz A et al: Ultrasonic evaluation at 6-month follow-up of plantar fasciitis after extracorporeal shock wave therapy
Arch Orthop Trauma Surg, 2005, 125, 1, 6-9
- 9 - Hammer DS, Adam F, Kreutz A et al: Ultrasonographic evaluation at 6-month follow-up of plantar fasciitis after extracorporeal shock wave therapy Arch Orthop Trauma Surg, 2005, 125, 1, 6-9
- 10 - Kudo P, Dainty K, Clarfield M et al: Randomized, placebo-controlled, double blind clinical trial evaluating the treatment of plantar fasciitis with an extracorporeal shockwave therapy device; a North American confirmatory study – J Orthop Res, 2006, 24, 2, 115-23
- 11 - Kwong SC: application of low-energy extracorporeal shockwave therapy for chronic plantar fasciitis 5th International Congress of the ISMST, Winterthur, 2002
- 12 - Labek G, Auersperg V, Ziernhold M et al: Influence of local anesthesia and energy level on the clinical outcome of extracorporeal shock wave treatment of chronic plantar fasciitis – Z Orthop Ihre Grenzgeb, 2005, 143, 2, 240-6
- 13 - Maier M, Steinborn M, Schmitz C et al: Extracorporeal shockwave application for chronic plantar fasciitis associated with heel spurs: prediction of outcome by magnetic resonance imaging – J Rheumatol, 2000, 27, 2455-62
- 14 - Malay Ds, Pressman MM, Assili A et al: Extracorporeal shock wave therapy versus placebo for the treatment of chronic proximal plantar fasciitis; results of a randomized, placebo-controlled, double-blinded, multicenter intervention trial – J Foot Ankle Surg, 2006, 45, 4, 196-210
- 15 - Melegati G, Tornese D, Bandi M, Caserta A: The influence of local steroid injections, body weight and the length of symptoms in the treatment of painful subcalcaneal spurs with extracorporeal shock wave therapy – Clin Rehabil, 2002, 16, 7, 789-94
- 16 - Moretti B, Garofalo R, Patella V et al: Extracorporeal shock wave therapy in runners with a symptomatic heel spur Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2005, J Orthop Sci, 2001, 6, 6, 566-57
- 17 - Ohlan Z, Alper M, Akman Y et al: An experimental study on the application of extracorporeal shock waves in the treatment of tendon injuries : a preliminary report – J Orthop Sci, 2001, 6, 6, 566-70
- 18 - Orhan Z, Ozturan K, Guven A, Cam K: The effect of extracorporeal shock waves on a rat model of injury to tendo Achillis. A histological and mechanical study – J Bone Joint Surg (B), 2004, 86, 4, 613-618
- 19 - Ogden JA, Alvarez R, Levitt R et al: Shock wave therapy for chronic proximal plantar fasciitis Clin Orthop Rel Res, 2001, 387, 47-59
- 20 - Perlick L, Schiffman R, Kraft CN et al: Extracorporeal shock wave treatment of the Achilles tendonitis Z Orthop Ihre Grenzgeb, 2002, 140, 3, 275-280
- 21 - Porter MD, Shadbolt B: Intralesional corticosteroid injection versus extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciopathy
Clin J Sports Med, 2005, 15, 3, 119-24
- 22 - Rompe JD, hopf C, Nafe B, Burger R: Low-energy extracorporeal shock wave therapy for painful heel: a prospective controlled single-blinded study
Arch Orthop Traum Surg, 1996, 115, 2, 75-9
- 23 - Rompe JD, Schoellner C, Nafe B: Evaluation of low-energy extracorporeal shock-wave application for treatment of chronic plantar fasciitis
J Bone Joint Surg (Am), 2002, 84A, 3, 335-41
- 24 - Rompe JD, Meurer A, Nafe B et al: Repetitive low-energy shock wave application without anesthesia is more efficient than repetitive low-energy shock wave application with local anesthesia in the treatment of chronic plantar fasciitis
J Orthop Res, 2005, 23, 4, 931-41
- 25 - Speed CA: Extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis; a double blind randomised controlled trial
J Orthop Res, 2003, 21, 937-40
- 26 - Theodore GH, Buch M, Amendola A et al: Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of plantar fasciitis
Foot Ankle Int, 2004, 25, 5, 290-7
- 27 - Trebinjak S, Mujic-Skikic E, Ninkovic M, Karaicovic E: Extracorporeal shock wave therapy in orthopaedic diseases
Bosn J Basic Med Sci, 2005, 5, 2, 27-32
- 28 - Wang CJ, Huang HJ, Pai CH: Shock wave – enhanced neovascularization at the tendon-bone junction; an experiment in dogs
J Foot Ankle Surg, 2002, 41, 16-22
- 29 - Wang CJ, Wang FS, Yang KD, Weng LH, Hsu CC, Huang CS, Yang LC: Shock wave therapy induces neovascularization at the tendon-bone junction; a study in rabbits – J Orthop Res, 2003, 21, 984-989
- 30 - Zhu F, Johnson JE, Hirose CB, Bae KT: Chronic plantar fasciitis; acute changes in the heel after extracorporeal high-energy shock wave therapy – observations at MR imaging – Radiology, 2005, 234, 1, 206-10

Les enthésopathies hautes des ischio-jambiers

Dr Hervé de Labareyre*,
Dr Bernard Roger*

Découverte récemment et encore peu connue, l'enthésopathie haute des ischio-jambiers se manifeste par une douleur à la jonction fesse-cuisse. L'IRM reste l'examen de choix pour la révéler et le traitement le plus efficace est mécanique.



Mots-clés

Enthésopathie,
Ischio-jambiers,
Examen clinique,
IRM, Rééducation,
Ondes de choc

Lorsque, il y a environ quinze ans, nous avons fait nos deux premiers diagnostics d'enthésopathies hautes des ischio-jambiers, grâce à l'IRM, nous pensions avoir affaire à une nouvelle technopathie. En effet, ces deux premiers cas intéressaient deux coureurs de haies hautes de niveau international (100 et 110 m) et la lésion se situait au niveau de leur jambe d'attaque. Le geste technique spécifique, qui leur permettait de franchir les haies, semblait directement à l'origine de leur pathologie. La *burdler-tigh* (cuisse du coureur de haies) était née... Comme souvent en médecine, la connaissance d'une nouvelle pathologie incite à la rechercher plus systématiquement et... à la retrouver plus souvent. Très rapidement, nous avons été amenés à rencontrer cette enthésopathie chez des coureurs de demi-fond de haut niveau, chez lesquels le geste technique n'avait évidemment plus grand chose à voir, puis dans le cadre de nombreuses autres activités sportives extra-athlétiques, y compris chez des sportifs dont le niveau était moins élevé. Le point commun des sports impliqués est néanmoins de faire partie de disciplines nécessitant des qualités de vitesse. La pratique de séances de fractionnés ou de séances de vitesse pure est nécessaire à l'apparition de cette pathologie chez les coureurs de fond ou de

demi-fond. C'est l'alternance de phénomènes de contractions excentriques et concentriques qui est à l'origine des lésions de surmenage. La recherche de vitesse augmente évidemment les contraintes biomécaniques.

Curieusement, nos recherches bibliographiques (Medline) se sont révélées extrêmement pauvres, malgré de multiples tentatives à partir de nombreux mots-clés. Les deux seules publications que nous avons pu retrouver (mot-cléf : *bamstring syndrome*) sont anciennes, chirurgicales et correspondent à la même publication dans deux revues différentes (1, 2). Elles décrivent un syndrome irritatif du nerf sciatique par une fibrose cicatricielle de l'insertion des ischio-jambiers et ne semblent pas avoir eu de suites dans la littérature. Ceci peut paraître étrange, car notre impression clinique est celle d'une pathologie en croissance constante, essentiellement médicale, et qui reste souvent méconnue. Les publications concernant les ruptures ou les arrachements ischiatiques sont, elles, beaucoup plus nombreuses.

TABLEAU CLINIQUE

► Signes fonctionnels

Le symptôme le plus habituel, le plus ty-

pique et le plus simple est une douleur que le sportif localise à la jonction fesse-cuisse. Celle-ci est le plus souvent de survenue progressive. Elle est préférentiellement réveillée après l'entraînement et en position assise, sur un plan dur ou en voiture. L'échauffement peut être douloureux, mais améliore souvent la situation. L'entraînement est possible, avec une limite dans l'intensité qui est variable en fonction de l'importance de la douleur. Le sommeil et la vie quotidienne en position debout sont habituellement non perturbés. Parfois, le mode de début est pseudo-traumatique, mais dans ce cas, l'amélioration est anormalement rapide pour une lésion musculaire ou tendineuse, que les examens complémentaires ne révèlent jamais. Il faut souligner que la douleur de fesse irradie souvent progressivement vers le bas et fait évoquer une souffrance musculaire des ischio-jambiers. Dans ce cas, il n'existe pas de symptôme aigu pouvant faire craindre une authentique lésion musculaire, car il s'agit de la projection d'une douleur d'enthèse avec, au pire, une contracture secondaire.

Dans certains cas, la douleur de fesse est totalement absente et les symptômes ne sont ressentis qu'à la partie moyenne de la cuisse, jamais plus bas que le genou.

Ces différents modes de manifestation et

* Clinique des Lilas, Les Lilas

la répétition des symptômes à l'occasion de multiples séances d'entraînement font souvent errer le diagnostic entre la blessure musculaire récidivante et la sciatgie tronquée, entraînant une chronicité des symptômes, faute de traitement adapté.

Dans la forme isolée, on ne retrouve aucun signe d'appel lombaire et les douleurs n'irradient jamais en dessous de la partie basse de la cuisse. Aucun des signes d'accompagnement éventuels d'une sciatgie n'est retrouvé.

Bien entendu, les symptômes peuvent être uni- ou bilatéraux.

► Examen clinique

L'examen va s'attacher à retrouver un faisceau d'arguments qui permettra d'évoquer le diagnostic. Un certain nombre de tests ne sont pas absolument spécifiques, mais la conjonction de l'ensemble d'entre eux aide le clinicien.

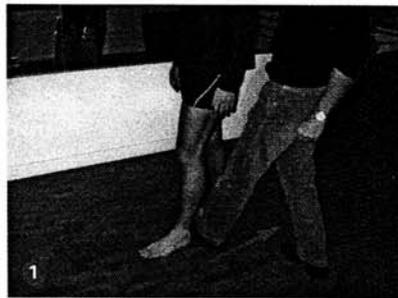
Il est exceptionnel d'obtenir un caractère positif à l'ensemble des tests que nous allons décrire (et qui peuvent probablement être enrichis). Un ou plusieurs de ces tests peuvent s'avérer négatifs, mais chaque test positif attire l'attention. Il est donc important de multiplier ceux-ci pour augmenter les chances de diagnostic.

En position debout

- La flexion antérieure du tronc, genoux tendus, peut réveiller la douleur fessière ou de la face postérieure de la cuisse par simple étirement.
- La douleur peut être réveillée en demandant au patient de tirer le talon vers l'arrière, alors qu'il est bloqué par l'examineur qui lui a préalablement fait avancer le pied de 20 cm (test du "tiré") (Fig. 1).
- Le frottement vigoureux du pied du patient sur le sol, d'avant en arrière, est également souvent douloureux (test du paillason ou test du "frotté") (Fig. 2).

En décubitus dorsal

- L'élévation jambe tendue peut montrer une limitation douloureuse par rapport au côté controlatéral ; il est possible de faire un test isométrique dans cette position, en réalisant une extension contrariée de hanche, mais le grand fessier est également sollicité.
- Le test isométrique le plus spécifique se fait sans doute hanche et genou fléchis à 90° : il ne faut pas hésiter à soulever le patient et à donner des à-coups de haut en bas pour sensibiliser le test (Fig. 3). Habituellement, la douleur est bien ressentie à la partie toute basse de



la fesse, avec une irradiation peu étendue vers le haut de la cuisse.

- L'extension de hanche, membre inférieur dans le prolongement du corps, ne permet pas non plus d'isoler les ischio-jambiers du grand fessier. Il faut, là encore, soulever le patient du plan du lit et donner des à-coups.

En décubitus ventral

- Il est facile de demander une contraction isométrique des ischio-jambiers par simple flexion du genou et, idéalement, la douleur doit plus facilement être réveillée en course externe qu'en course interne. Le fait de demander conjointement une rotation interne de jambe (qui teste préférentiellement le semi-membraneux et le semi-tendineux) ou externe (qui teste plutôt le biceps fémoral) peut permettre de déterminer quel tendon souffre principalement, mais cela n'a que peu d'incidence pratique.
- L'examen se termine par la palpation de la tubérosité ischiatique (face postéro-latérale), qui peut être franchement douloureuse ou parfois étonnamment peu sensible.

Le reste de l'examen clinique permet a priori d'innocenter le rachis, la hanche, ainsi que les masses musculaires de la cuisse.

Figure 1 - Test du "tiré".

Figure 2 - Test du "frotté".

Figure 3 - Testing isométrique en décubitus dorsal.

L'IMAGERIE

► La radiographie

Il est possible d'observer un aspect remanié, géodique ou hérissé de la tubérosité ischiatique, si le processus pathologique est suffisamment ancien. On peut alors parfois parler d'enthésophytes. Il ne s'agit cependant pas du cas de figure le plus habituel, les clichés sont le plus souvent normaux.

► L'échographie

La profondeur des tendons explorés, la proximité du socle osseux et son caractère incurvé rendent l'examen difficile à réaliser et à interpréter.

La souffrance de l'insertion tendineuse se manifeste par une hypoéchogénéité qui traduit l'œdème local, mais, parfois, par une hyperéchogénéité avec des microcalcifications à un stade chronique. L'échographie n'est pas le meilleur examen diagnostique.

► L'IRM

Il s'agit de l'examen de choix. Il permet une étude anatomique précise et la moindre anomalie tendineuse est facilement détectée. En revanche, les calcifications ne seront pas facilement objectivées.

Il est nécessaire d'effectuer l'étude IRM en réalisant des séquences T1, T2 et T1 avec injection de produit paramagnétique de contraste.

Plusieurs types d'anomalies peuvent être observées, isolées ou associées :

- anomalie de signal de l'interface ostéo-tendineuse ;



Figure 4 - IRM T1, coupe frontale, isosignal de l'insertion des IJ, hyposignal normal du côté controlatéral.

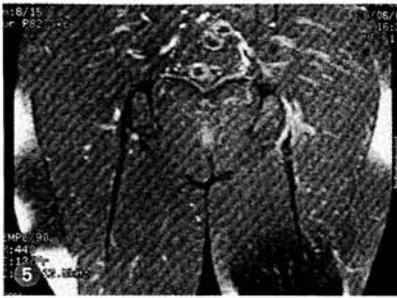


Figure 5 - IRM T2, coupe frontale, hypersignal de l'insertion des IJ (même patient).



Figure 6 - IRM T2, coupe axiale, hypersignal de l'insertion des IJ et de l'os en regard.

- réaction œdémateuse intra-osseuse ;
- épaissement et remaniement tendineux.

Au niveau des tendons, ces anomalies se traduisent toujours par une augmentation du signal plus ou moins intense (isosignal qui remplace l'hyposignal tendineux normal en T1, se majorant après injection ; hypersignal intense en T2) (Fig. 4 à 6). S'il existe une composante œdémateuse osseuse, elle se traduit par un hyposignal en T1, se réhaussant après injection et un hypersignal T2.

Les anomalies sont parfaitement visibles sur les coupes frontales ou axiales (horizontales). C'est sur ces dernières qu'il est plus facile de déterminer quels sont les tendons pathologiques.

Il est très fréquent de retrouver des images bilatérales, plus ou moins asymétriques, alors que le patient consulte pour un seul côté. Il arrive également de retrouver des images pouvant simuler une bursite, qui accompagne les lésions tendineuses. Nous n'avons jamais été amenés à confronter ces images à des constatations opératoires.

TRAITEMENT

Il paraît plus satisfaisant de proposer des solutions mécaniques. Les traitements médicamenteux oraux apportent, au mieux, une amélioration temporaire des symptômes.

► La rééducation

Elle doit être très active et repose sur les exercices d'étirements, de contractés-relâchés, de techniques de stretching, associés aux massages transverses profonds de la région ischiatique. Ceux-ci sont de réalisation difficile et sont souvent redoutés des kinésithérapeutes.

Les exercices de renforcement musculaire, si possible en excentrique sur machine isocinétique, sont d'un apport notable.

Les techniques de physiothérapie sont surtout occupationnelles.

► Les techniques physiques

Les ondes de choc ont notablement amélioré les possibilités thérapeutiques. Les séances doivent être "dures" et sont souvent modérément appréciées par les patients. S'il s'agit d'ondes de choc radiales (ODCR), il faut appuyer très fortement la pièce à main contre l'ischion, en comprimant au maximum les parties molles, et le pied doit être décollé du plan du lit par le patient de façon à pouvoir traiter un tendon sous tension (Fig. 7). Les résultats de notre utilisation des ODCR sont satisfaisants dans plus de 75 % des cas, sur un total de 40 dossiers exploitables.

La lasérothérapie de haute énergie (CO2) peut également être employée. Une musculature ou un embonpoint trop importants peuvent représenter un obstacle à la technique.

► L'infiltration

Si cette technique est retenue, il paraît nécessaire de réaliser l'injection au contact osseux sous contrôle scopique ou sous contrôle scanner, en sachant que le nerf ischiatique est plus en dehors. L'efficacité peut être brillante, mais le risque de fragilisation des éléments tendineux est réel. Une mauvaise ex-

périence de rupture partielle secondaire chez une sprinteuse de haut niveau nous incite à réserver ce geste thérapeutique dans des situations d'échec des traitements physiques et en prévenant les sportifs du risque qui n'est pas que théorique.

► La chirurgie

Puranen rapporte 52 bons résultats sur 59 interventions (1, 2) dans le cadre du "hamstring syndrome". D'autres auteurs ont décrit des interventions de détenté du muscle pyriforme et de l'obturateur interne pour libérer le nerf sciatique (3-5). Nous n'avons aucune expérience de la chirurgie dans le cadre des enthésopathies pures.

CONCLUSION

Pathologie d'individualisation assez récente, l'enthésopathie haute des ischio-jambiers reste encore souvent méconnue.

Souvent prise pour une sciatgie ou pour une souffrance musculaire répétitive, l'absence de diagnostic précis entraîne une prise en charge thérapeutique inadaptée et une fréquente chronicisation.

L'IRM est sans conteste l'examen à demander et la prise en charge doit privilégier les traitements "mécanistes". ■



Figure 7 - Traitement par ODCR.

Pour en savoir plus...

1. Puranen J, Orava S. The hamstring syndrome; a new diagnosis of gluteal sciatic pain. *Am J Sports Med* 1988 ; 16 (5) : 517-21.
2. Puranen J, Orava S. The hamstring syndrome; a new gluteal sciatica. *Ann Chir Gynaecol* 1991 ; 80 (2) : 212-4.
3. Berthelot JM. Deux nouvelles étiologies de sciatiques tronculaires ; le syndrome de l'obturateur interne et le syndrome de Puranen. *Réflexions Rhumatologiques* 2005 ; 9 (84) : 50-2.
4. Benson ER, Schutzer SF. Post-traumatic piriformis syndrome ; diagnosis and results of operative treatment. *J Bone Joint Surg* 1999 ; 81 : 941-9.
5. Meknas K, Christensen A, Johansen O. The internal obturator muscle may cause sciatic pain. *Pain* 2003 ; 104 : 375-80.

Congrès « Sport et Appareil Locomoteur »
Paris 28 Janvier 2005

Les ondes de choc

Hervé de Labareyre, Clinique des Lilas, 49 av du Mal Juin, 93260 Les Lilas
G. SAILLANT, service de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique,
GH Pitié-Salpêtrière, 75013 PARIS

Le terme d'ondes de choc (ODC) est en principe réservé aux ondes sonores. Une ODC se caractérise par une variation transitoire et brutale de pression de forte amplitude pendant un temps très court. Par extension, ce terme est également employé pour dénommer l'onde mécanique qui se transmet à partir d'un point de percussion. Les machines utilisant une technologie ultrasonore délivrent des ODC dites focalisées car elles sont libérées en un point précis à distance de la lentille d'émission, alors que celles qui fonctionnent par choc direct délivrent des ODC rayonnantes, dites radiales, libérées directement au contact de la tête émettrice. La zone d'action des ODC focalisées a la forme d'un cigare plus ou moins allongé alors que celle des ODC radiales a la forme d'un cône. Le niveau d'énergie des ODC focalisées est supérieur à celui des ODC radiales, tout comme leur profondeur de pénétration dans les tissus. Ce sont toutes des ODC extra-corporelles (1).

Historique

Le terme d'ODC est apparu en médecine dans les années 80 dans le cadre du traitement des lithiases urinaires. La lithotritie ultrasonore extracorporelle était née, bientôt suivie par des techniques de lithotritie intracorporelle, avec choc direct du calcul par cathétérisme des voies urinaires. Par association d'idées, les thérapeutes ont étudié les possibilités d'action mécaniques des ODC sur la consolidation des pseudarthroses (avec un certain succès) puis sur les calcifications tendineuses puis, par extension, sur les tendinopathies non calcifiées. Ces dernières indications, les plus répandues, sont en cours d'évaluation. Les premières publications sont allemandes, par Dahmen pour les ODC focalisées en 1992 et Rompe pour les ODC radiales en 1996.

Degré d'évaluation de la technique

De nombreuses études paraissent actuellement tant pour déterminer les modes d'action des ondes de choc que pour évaluer leur efficacité thérapeutique.

1 - Les modes d'action présumés des ondes de choc :

Leur action défibrosante est primordiale. Elles pourraient se comporter comme des « super » massages transverses profonds, utilisés en rééducation. Tout se passe comme si on créait une néo-lésion, à échelle microscopique, susceptible de mieux cicatriser ensuite. Il existe une stimulation des tissus tendineux que l'on souhaite faire cicatriser.

Ceci veut dire que l'efficacité d'un traitement peut ne pas être observée immédiatement mais qu'il faut attendre les délais normaux de cicatrisation des tissus mous, qui sont de l'ordre de six semaines, pour apprécier le résultat final. Certains auteurs suggèrent d'évaluer l'efficacité des traitements après des délais encore plus longs, avançant la notion de « dépendance-temps ». Cette méthode nous paraît pouvoir surestimer les résultats car le temps qui passe fait parfois bien les choses (!) sauf s'ils sont comparés à ceux d'un traitement placebo pendant le même délai.

On observe une hypervascularisation à l'issue d'une séance (prouvée par écho-Doppler couleur), susceptible d'améliorer le métabolisme local. Des études chez l'animal ont également noté une augmentation du réseau capillaire après traitement par ODC que ce soit à la jonction tendon-os ou après traumatisme du tendon d'Achille (plaie à l'aiguille ou section-réparation du tendon) : une meilleure qualité de cicatrisation a également été soulignée (17,18,31,32). Une étude chez le cochon a par ailleurs montré que l'utilisation des ODC au-delà d'un certain niveau d'énergie était susceptible de créer des lésions tendineuses (20). Le deuxième mode d'action est biochimique. Les chocs répétés sont à l'origine de libération de substances antalgiques à un niveau local. Cette effet vient en complément de l'action mécanique et est à l'origine d'une amélioration clinique plus précoce. L'action antalgique immédiate observée en cours de séance est explicable par des phénomènes de gate-control.

2 - L'efficacité thérapeutique

Les premières études réalisées, les plus anciennes, sont des études ouvertes et sont résolument optimistes. Plus récemment, sont parues des études scientifiquement et statistiquement plus valides (double aveugle, traitement contre placebo, comparaisons de thérapeutiques) : leurs résultats sont nettement moins uniformes et difficiles à comparer entre eux (matériels et protocoles différents). Certains articles retrouvent une efficacité réelle mais d'autres ne trouvent pas de supériorité par rapport au placebo. Quelques méta-analyses évaluent la fiabilité des études et soulignent ces discordances (3,5,11,16). Une grande incertitude persiste concernant les niveaux d'énergie nécessaires, le nombre de séances et leur espacement.

2-1 – Données de la littérature

ODC RADIALES

AUTEUR	ETUDE	PATHOLOGIE	N=	RESULTATS
Brunet-Guedj, 2002 J Traumatol Sport	ouverte	multiples	134	75 à 80%
de Labareyre, 2002 J Traumatol Sport	ouverte	Tendinopathie calcanéenne	120	74%
Rozenblat, 2003 J Traumatol Sport	ouverte association avec cryothérapie gazeuse hyperb.	multiples	333	> 70%

ODC FOCALISEES

AUTEUR	ETUDE	PATHOLOGIE	N =	RESULTATS
Pigozzi, 2000, J Sports Med Phys Fitness	ouverte	Tend; de la coiffe des rotateurs	72	67% (8 séances) Dimin. calcif. 37%
Ogden, 2001 Clin Orth Rel Res	Double aveugle contre placebo	Aponévrosite plantaire	300	56% (1 séance) ESWT > placebo
Speed, 2002 J Orthop Res	Double aveugle contre placebo	Epicondylite	75	Pas de différence
Daecke, 2002 J Shoulder Elbow Surg	Ouverte Recul de 4 ans	Tend. calcifiante de l'épaule	115	70%
Crowther, 2002 J Bone Joint Surg	Comparaison ESWT/infiltration	Epicondylite		ESWT > placebo
Speed, 2002 J Bone Joint Surg	Double aveugle contre placebo	Tend. de la coiffe des rotateurs	74	Pas de différence
Noel, 2002 Reflexions Rhum	ouverte	Tend. de la coiffe des rotateurs	65	63% satisfaction 29% modif. calcif.
Buchbinder, 2002 JAMA	Double aveugle contre placebo	Aponévrosite plantaire	166	Pas de différence
Rompe, 2003 Am J Sports Med	Double aveugle contre placebo	Aponévrosite Plantaire	45	ESWT > placebo
Peers, 2003 Clin J Sport Med	Comparaison ESWT/chirurgie	Tend. patellaire	28	Pas de différence
Gerdersmeyer, 2003 JAMA	Double aveugle contre placebo	Tend. calcifiante de l'épaule	144	ESWT > placebo
Cosentino, 2003, Ann Rheum Dis	Simple aveugle contre placebo	Tend. calcifiante de l'épaule	70	ESWT > placebo dim. calcif. 40% diparition 31%
Speed, 2003 J Orthop Res	Double aveugle contre placebo ESWT faible éner.	Fasciite plantaire	88	ESWT inefficace
Rompe, 2004 Am J Sports Med	Double aveugle contre placebo	Epicondylite	78	ESWT > placebo
Theodore, 2004 Foot Ankle Int	Double aveugle contre placebo	Aponévrosite plantaire	150	56% à 3 mois (47% placebo) 94% à 12 mois (!)
Pleiner, 2004, Wein Klin Wochenschr.	Double aveugle contre placebo	Tend. calcifiante de l'épaule	57	ESWT > placebo pour les douleurs, pas pour calcif.
Peters, 2004 Skeletal Radiol	ESWT à 2 énergies différentes + placebo	Tend. calcifiante de l'épaule	90	Haute énergie >> basse énergie > placebo, pour les douleurs et calcif.

2-2 – Notre expérience

Nous avons à ce jour testé les deux techniques d'ondes de choc *, de façon inégale. Nos résultats ne peuvent être considérées que comme des évaluations d'efficacité.

Deux grandes orientations ont été prises dès le départ :

- d'admettre que si la technique est efficace, il faut qu'elle le soit en un nombre limité de séances (de 3 à 6).
- d'admettre que si les ODC créent des micro-lésions, il n'est pas incohérent d'essayer de guider leur cicatrisation vers la fonction que l'on souhaite récupérer. De ce fait, le repos sportif absolu n'a jamais été imposé. L'évaluation du résultat s'est toujours faite au moins 6 semaines après la dernière séance. A ce jour, trois de nos patients (n=669) se sont jugés aggravés (1 calcification de la coiffe, 1 enthésopathie calcanéenne, 1 épitrochléite), soit 0,4%. Le traitement a toujours été isolé, excluant toute autre thérapeutique, à l'exception des talonnettes dans le cadre des tendinopathies achilléennes et de bracelets non élastiques pour les tendinopathies du coude.

Résultats du traitement par ODC radiales (actualisation octobre 2004)

TENDINOPATHIE	N= (total = 669)	Résultats satisfaisants	Nbe moyen de séances
Tendinopathie calcanéenne	247	74,5%	4
Enthésopathie calcanéenne	58	70,7%	4,5
Tendinopathie patellaire	71	55%	3,6
Aponévrosite plantaire	99	66,7%	4
Enthésopathie haute des ischio- Jambiers	32	78%	4,5
Epicondylite	78	56,4%	4,3
Epitrochléite	34	52,9%	4,9
Coiffe des rotateurs	50	70%	4,4

Il faut noter que la présence d'enthésophytes ne modifie pas la qualité des résultats et nous n'avons jamais noté de modifications de ceux-ci après traitement, à la différence de Cosentino (6).

Nous avons retrouvé une modification des calcifications de l'épaule 6 fois sur 16. Cette proportion est voisine de celle obtenue dans les séries plus importantes de la littérature.

Résultats du traitement par ODC focalisées

Nous n'avons testé cette technique que sur 43 tendinopathies calcanéennes avec un résultat positif dans 54% des cas. Il est impossible d'en tirer des conclusions comparatives car les études n'ont pas été menées en parallèle. Le faible nombre de séances réalisées et l'absence de contrôle échographique simultané ont sans doute pénalisé les résultats.

3 – les effets secondaires

Les séances d'ODC sont douloureuses mais doivent rester tolérables par le patient. Les effets secondaires retardés sont habituellement de trois types : exacerbation temporaire de la douleur, rougeur et oedème locaux, ecchymose (intéressant généralement les zones où le panicule adipeux est important). Ils sont toujours mineurs, n'interdisent jamais la poursuite du traitement et sont observés dans 10 à 20% des cas seulement. Seul Haake et al (10) mentionnent la survenue de migraines et la possibilité de syncopes (1 cas dans notre expérience par malaise vagal).

Les tendances actuelles du traitement des tendinopathies

La tendance empirique actuelle du traitement des tendinopathies mécaniques consiste à essayer de répondre directement au problème en privilégiant les traitements mécaniques, en particulier chez le sportif (bonne rééducation, conseils techniques, orthèses).

Une deuxième tendance est de préférer les traitements locaux aux traitements généraux. Les traitements AINS ne répondent qu'imparfaitement au problème car la composante inflammatoire d'une tendinopathie est très limitée voire absente. Les infiltrations ont parfois des résultats brillants mais sont d'une totale inefficacité mécanique et ont un rôle fragilisant indiscutable sur les tendons.

La troisième notion consiste à limiter les prescriptions médicamenteuses aux situations où leur efficacité est patente et durable, pour limiter, entres autres, les risques d'effets secondaires.

Les ODC sont susceptibles de répondre à ces trois orientations thérapeutiques et peuvent donc justifier leur utilisation.

Les contre-indications

Deux contre-indications essentielles sont à retenir car elles interdisent d'exercer une action traumatisante locale :

- les patients sous traitement anti-coagulant ou présentant des troubles de la coagulation,
- les patients présentant un syndrome douloureux régional complexe de type algodystrophique.

Les bursites et les ténosynovites sont des non-indications aux traitements par ODC.

CONCLUSION

Les traitements par ondes de choc apportent de façon indiscutable une arme supplémentaire dans l'arsenal thérapeutique face aux tendinopathies. Ils répondent logiquement aux problèmes posés et ne demandent qu'un nombre limité de séances, permettant une diminution de coût et de temps perdu pour les patients : à ce titre ils peuvent sans doute être classés dans les traitements promis à un bon avenir. Les résultats pourraient être potentialisés par l'utilisation simultanée des thérapeutiques classiques. La simplicité de la mise en oeuvre du traitement est également à mettre en avant ainsi que le très faible risque iatrogène.

Un plus grand nombre de publications validées est cependant nécessaire.

- * appareil à ODC focalisées: Sonocur (Siemens)
- * appareil à ODC radiales : Dolorclast (EMS)

Bibliographie

- 1 - Ondes de choc extra-corporelles en médecine orthopédique : acquisitions en pathologie médicale, chirurgicale et réadaptation de l'appareil locomoteur, sous la direction de Ch Hérisson, R. Brissot, C. Jorgensen, M. Genty, Sauramps médical, Montpellier, 2004, 92p
- 2 - Brunet-Guedj E, Brunet b, Girardier J, Renaud E : Traitement des tendinopathies chroniques par ondes de choc radiales J Traumatol Sport, 2002, 19, 4, 239-243
- 3 - Buchbinder R, Green S, White M et al: Shock wave therapy for lateral elbow pain Cochrane Database Syst Rev, 2002(1): CD003524
- 4 - Buchbinder R, Ptasznik R, Gordon J et al : Ultra-sound-guided extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis; a randomized controlled trial - JAMA, 2002, 288, 11, 1364-1372
- 5 - Chung B, Wiley JP: Extracorporeal shockwave therapy ; a review - Sports Med, 2002, 32, 13, 851-865
- 6 - Cosentino R, Falsetti P, Manca S et al: Efficacy of extracorporeal shock wave treatment in calcaneal enthesophytis Ann Rheum Dis, 2001, 60, 11, 1064-1067
- 7 - Cosentino R, De Stefano R, Selvi E et al: Extracorporeal shock wave therapy for chronic calcific tendinitis of the shoulder; single blind study Ann Rheum dis, 2003, 62, 3, 248-250
- 8 - Crowther MA, Bannister GC, Huma H, Rooker GD: A prospective, randomised study to compare shock-wave therapy and injection of steroid for the treatment of tennis elbow - J Bone Joint Surg, 2002, 84, 5, 678-9
- 9 - Daecke W, Kusnierczak D, Loew M: Long-term effects of extracorporeal shockwave therapy in chronic calcific tendinitis of the shoulder J Elbow Shoulder Surg, 2002, 11, 5, 476-480
- 10 - Haake M, Boddeker IR, Decker T et al: side-effects of extracorporeal shock wave therapy (ESWT) in the treatment of tennis elbow Arch Orthop Trauma Surg, 2002, 122, 4, 222-228
- 11 - Harniman E, Carette S, Kennedy C, Beaton D : Extracorporeal shock wave therapy for calcific and noncalcific tendonitis of the rotator cuff ; a systematic review J Hand Therap, 2004, 17, 2, 132-151
- 12 - Labareyre H(de), Grun-rehomme M, Saillant G : A propos du traitement par ondes de choc radiales sur les tendinopathies calcanéennes ; actualisation des résultats J Traumatol Sport, 2002, 19, 4, 244-246 13 - Gerdsmeyer L, Wagenpfeil S, Haake M et al: Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of chronic calcifying tendonitis of the rotator cuff ; a randomized controlled trial JAMA, 2003, 19, 2573-2580
- 14 - Noel E, Charrin J, Perard D, Marion-Audibert O: Les ondes de choc extra-corporelles en rhumatologie en 2002 Ref Rhum, 2002, 6, 54, 26-29
- 15 - Ogden JA, Alvarez R, Lewitt R et al: Shock wave therapy for chronic plantar fasciitis Clin Orthop, 2001, 387, 47-59
- 16 - Ogden JA, Alvarez RG, Marlow M: Shockwave therapy for chronic proximal plantar fasciitis: a meta-analysis Foot Ankle Int, 2002, 23, 4, 301-308 17 - Ohran Z, Alper M, Akman Y et al : An experimental study on the application of extracorporeal shock waves in the treatment of tendon injuries ; a preliminary report J Orthop Sci, 2001, 6, 6, 566-570
- 18 - Orhan Z, Ozturan K, Guven A, Cam K: The effect of extracorporeal shock waves on a rat model of injury to tendo Achillis. A histological and mechanical study J Bone Joint Surg (B), 2004, 86, 4, 613-618
- 19 - Peers KH, Lysens RJ, Brys P, Bellemans J: cross-sectional outcome analysis of athletes with chronic patellar tendinopathy treated surgically and by extracorporeal shock wave therapy Clin J Sports Med, 2003, 13, 2, 79-83
- 20 - Perlick L, Schiffman R, Kraft CN et al: Extracorporeal shock wave treatment of the achilles tendinitis Z Orthop Ihre Grenzgeb, 2002, 140, 3, 275-280
- 21 - Peters J, Luboldt W, Schwarz W et al: Extracorporeal shock wave therapy in calcific tendinitis of the shoulder Skeletal Radiol, 2004, oct 8
- 22 - Pigozzi F, Giombini A, Parisi A et al: The application of shock-wave therapy in the treatment of resistant chronic painful shoulder. A clinical experience. J sports Med Phys Fitness, 2000, 40, 4, 356-361
- 23 - Pleiner J, Crevenna R, Langenberger H et al: extracorporeal shockwave treatment is effective in calcific tendonitis of the shoulder. A randomized controlled trial Wien Klin Wochenschr, 2004, 116, 15-16, 536-541
- 24 - Rompe JD, Decking J, Schoellner C, Nafe B: Shock wave application for chronic plantar fasciitis in running athletes; a prospective, randomized, placebo-controlled trial - Am J Sports Med, 2003, 31, 2, 268-275
- 25 - Rompe JD, Decking J, Schoellner C, Theis C: Repetitive low-energy shock wave treatment for chronic lateral epicondylitis in tennis players Am J Sports Med, 2004, 32, 3, 734-43
- 26 - Rozenblat M:
- 27 - Speed CA, Nichols D, Richards C et al: Extracorporeal shock wave therapy for lateral epicondylitis; a double blind randomised controlled trial J Orthop Res, 2002, 20, 5, 895-8
- 28 - Speed CA, Richards C, Nichols D et al: Extracorporeal shock wave therapy for tendonitis of the rotator cuff; a double blind randomised controlled trial J Shoulder Elbow Surg, 2002, 11, 5, 476-80
- 29 - Speed CA, Nichols D, Wies J et al: Extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis. A double blind randomised controlled trial J Orthop Res, 2003, 21, 5, 937-940
- 30 - Theodore GH, Buch M, Amendola A et al: Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of plantar fasciitis Foot Ankle Int, 2004 25, 5, 290-297
- 31 - Wang CJ, Huang HJ, Pai CH : Shock wave - enhanced neovascularization at the tendon-bone junction; an experiment in dogs J Foot Ankle Surg, 2002, 41, 16-22
- 32 - Wang CJ, Wang FS, Yang KD, Weng LH, Hsu CC, Huang CS, Yang LC: Shock wave therapy induces neovascularization at the tendon-bone junction; a study in rabbits - J Orthop Res, 2003, 21, 984-989



Janvier 2004 - N° 158

> INTÉRÊT DES ONDES DE CHOC RADIALES DANS LE SUIVI D'UNE ÉQUIPE DE BASKET-BALL DE HAUT NIVEAU*

F. Tassery, Médecin du sport - St-Thomas Basket Le Havre PROA, HAC Handball Féminines D1 - Membre de la Société Française de Traumatologie du Sport - Membre de l'ACKMPB.

Th. Allaire, Kinésithérapeute du sport, HAC Handball Féminine D1 - Membre de la Société Française de Masso-Kinésithérapie du Sport - Membre de l'ACKMPB.

* 40^{es} Journées Médicales de la Fédération Française de Basket-Ball (novembre 2003)



La thérapie par ondes de choc radiales paraît intéressante, seule ou en association avec les thérapeutiques habituelles, dans les pathologies aiguës ou chroniques.

Les ondes de choc

■ **Principes** : dans le début des années 1990, les machines utilisées en milieu urologique (lithotripsie) ont élargi leurs champs d'application pour traiter des pseudarthroses, fragmenter des calcifications intratendineuses etc.

L'appareil à ondes de choc que nous avons utilisé, le "Swiss Dolorclast™", produit des ondes de choc dites radiales (Radial Shock Wave Therapy, RSWT).

Ces ondes de choc d'origine pneumatique (compresseur d'air) sont délivrées au contact de la peau et pénètrent dans les tissus jusqu'à une profondeur de 3 à 4 cm.

Les RSWT permettent donc de traiter les lésions des tissus mous non-profonds.

■ **Mode d'action** : les ondes de choc ont probablement un triple mode d'action : chimique, gate control, mécanique.

> **L'action chimique** s'explique en partie par l'effet anesthésiant apparaissant au cours de la séance et persistant quelques heures après la séance. Après un certain quota de percussions, il y aurait vraisemblablement une libération locale d'endorphines ou de substances inhibitrices de la douleur.

> **Le gate control** : la diminution de la perception douloureuse est obtenue par une stimulation des grosses fibres nerveuses sensibles cutanées, entraînant une inhibition des afférences douloureuses dans la moelle.

> **L'action mécanique** : il se produit une inflammation locale avec activation de la circulation et des processus de réparation tissulaire. Il a été démontré, par écho-doppler, qu'une hypervascularisation apparaissait après thérapie par ondes de choc au niveau de la coiffe des rotateurs.

En ce qui concerne leur utilisation dans les tissus mous, leur action s'apparente à des techniques de kinésithérapie (MTP, massages défibrosants, ultrasons).

Les ondes de choc créent des micro-lésions susceptibles de mieux cicatriser dans un deuxième temps (c'est la transformation d'une zone d'inflammation chronique en zone d'inflammation aiguë).

L'efficacité du traitement doit être appréciée à l'issue de la dernière séance d'ondes de choc et 45 jours plus tard.

Utilisation des ondes de choc radiales (RSWT)

■ **Notre expérience** : nous avons utilisé en cabinet libéral un appareil à ondes de choc radiales (SWISS DOLORCLAST™).

Notre étude ouverte comprend 343 pathologies (âge compris entre 18 ans et 61 ans).

Le traitement par ondes de choc a été entrepris après échec des autres thérapeutiques ou en association.

■ **Protocole** : le traitement est de courte durée, 4 à 5 séances maximum, bi-hebdomadaires ; la fréquence varie de 9 hz à 15 hz, en fonction des pathologies ; le nombre de coups varie de 2000 à 3000 par séance.

La pression délivrée par le compresseur est comprise entre 1,8 et 2,5 bars.

La pression manuelle exercée est variable : elle dépend de la pathologie en cause et de sa localisation.

Seule la tête large est utilisée.

Les activités sportives ont été poursuivies ou ont été interrompues en fonction de la douleur et des stades de BLAZINA pour une tendinopathie.

Les contre-indications sont peu nombreuses (grossesse, pathologies vasculaires ou tumorales, infections locales, troubles de la coagulation ou traitement anticoagulant).

Nous avons exclu de notre étude les patients de moins de 18 ans.

■ **Évaluation fonctionnelle** : elle a été réalisée à l'occasion de chaque fin de séance et six semaines après la dernière séance, au moyen d'une échelle visuelle analogique (EVA) de 0 à 100 mm, permettant de mesurer l'efficacité du traitement et de déterminer un pourcentage d'évaluation fonctionnelle.

La tolérance du traitement est notée à chaque séance.

On note quelques effets secondaires rares (douleur pendant la séance, réaction hyperalgique entre les séances, ecchymose et œdème).

■ **Population** : cette série de 343 cas comprend 232 pathologies chez des sportifs de compétition et de loisirs.

La répartition des localisations est la suivante :

- tendon supra-épineux : 25 cas,
- tendon des ischio-jambiers (insertion haute) : 5 cas,
- tendon tenseur fascia lata : 13 cas,
- tendon rotulien : 22 cas,
- tendon d'Achille : 66 cas,
- périostite tibiale : 47 cas,
- fasciite plantaire : 38 cas,
- séquelle de déchirure musculaire (IJ et jumeau interne) : 16 cas.

Les disciplines les plus pratiquées sont la course à pied, le football, le basket-ball, le handball, le triathlon, le volley-ball... Les hommes représentent 70% du recrutement (sauf pour les périostites). L'âge moyen est de 31,2 ans.

■ **Résultats** : les résultats ont été classés en fonction de la situation fonctionnelle du sportif, immédiatement à la fin du traitement et six semaines après le traitement (classification utilisée par Hervé de Labareyre) : Très satisfait (TS), satisfait (S), insuffisant (I), nul (N) et aggravé (A).

Voici les résultats après traitement par ondes de choc sur des pathologies que l'on peut rencontrer chez le basketteur (tableaux 1 à 8).

Commentaires

Dans notre série, le traitement par ondes de choc radiales paraît excel-

lent pour les tendinites du TFL, périostite tibiale, séquelle de déchirure musculaire (ischios et jumeau interne).

De bons résultats sont obtenus pour les tendinites des ischio-jambiers (insertion haute), tendinite rotulienne, tendinite achilléenne sauf insertion basse avec bursite associée, fasciite plantaire, tendinite du supra-épineux, le plus souvent après échec des autres thérapeutiques.

Les résultats sont prometteurs pour les pseudarthroses de fracture de fatigue (tibia), séquelles douloureuses après ligamentoplastie (KJ et DIDT) et peignage du tendon d'Achille, mais nos séries sont limitées pour conclure.

On trouve des résultats péjoratifs pour les épicondylites et les épitrochléites (probablement protocole inadapté). Nous n'avons jamais utilisé les ondes de choc dans ces indi-

N = 5	Nbre séances	Paramètres	Age moyen	Résultat			
				TS	S	I	N
Supra-épineux	3,3	2000/9/2,5	30,3	8	17	0	0
				32%	68%	0%	0%

Tableau 1.

N = 25	Nbre séances	Paramètres	Age moyen	Résultat			
				TS	S	I	N
Tendon des IJ	4,2	3000/15/1,8	37	3	2	0	0
				60%	40%	0%	0%

Tableau 2.

N = 22	Nbre séances	Paramètres	Age moyen	Résultat			
				TS	S	I	N
Tendon rotulien	4,2	3000/15/1,8	28,2	14	6	2	0
				63%	27%	10%	0%

Tableau 3.

N = 13	Nbre séances	Paramètres	Age moyen	Résultat			
				TS	S	I	N
Tendon TFL	2,8	3000/15/1,8	28	12	1	0	0
				92%	8%	0%	0%

Tableau 4.

N = 66	Nbre séances	Paramètres	Age moyen	Résultat			
				TS	S	I	N
Tendon Achille	3,3	2000/9/2,5	40,5	48	18	0	0
				72%	28%	0%	0%

Tableau 5.

N = 47	Nbre séances	Paramètres	Age moyen	Résultat			
				TS	S	I	N
Périostite	3,1	3000/15/1,8	24,7	38	9	0	0
				81%	19%	0%	0%

Tableau 6.

cations, en première intention, chez des sportifs et des non-sportifs.

Aucune aggravation douloureuse n'a été notée avec les protocoles utilisés sur les différentes pathologies.

Très peu d'effets secondaires sont à noter (echymose +++).

Les résultats très satisfaisants (TS) et satisfaisants (S) sont obtenus avec un nombre de séances limité et un temps de traitement court (15 jours).

Plus la prise en charge thérapeutique par ondes de choc est précoce chez le sportif, meilleure est l'efficacité du traitement.

Dans le cas des tendinites rotuliennes et achilléennes, les ondes de choc ont permis d'intensifier le traitement kinésithérapique (travail excentrique, stretching, renforcement musculaire etc.) et ainsi de prévenir le risque de récurrence.

D'après certaines équipes, les ondes de choc potentialiseraient l'effet des autres agents physiques.

Dans notre série, les sportifs de haut niveau pris en charge précocement par ondes de choc ont poursuivi l'entraînement et la compétition.

Conclusion

Le traitement par ondes de choc radiales chez le sportif, et a fortiori de haut niveau, représente une nouvelle approche thérapeutique médicale dans les pathologies chroniques rebelles avec un usage de plus en plus important en première intention.

Ce traitement est non-invasif, limité dans le temps et présente peu ou pas d'effet secondaire.

S'il est inclus dans une démarche thérapeutique adaptée, et en parti-

culier en complément des schémas thérapeutiques reconnus et efficaces, le traitement par ondes de choc est intéressant dans le suivi médical d'une équipe de basket-ball de haut niveau.

Bibliographie

1. Brunet-Guedj E., Brunet B., Girardier J., Renaud E. - Traitement des tendinopathies par ondes de choc radiales. *J Traumatol Sport* 2002;19:239-243.
2. Labareyre (de) H., Saillant G. - A propos de 98 cas de tendinopathies calcanéennes. Formes cliniques et évaluation, traitées par ondes de choc. *4^e Congrès de Traumatologie du Sport de Guadeloupe*, Mars 2002.
3. Labareyre (de) H., Saillant G. - Tendinopathies calcanéennes. Formes cliniques et évaluation de l'efficacité par ondes de choc radiales. *J Traumatol Sport* 2001;18:59-69.
4. Gremion G., Augros R., Gobelet C.-H., Leyvraz P.-F. - Efficacité de la thérapie par ondes de choc extra-corporelles dans les tendinopathies rebelles. *J Traumatol Sport* 1999;16:117-121.
5. Middleton P., Puig PLP., Trouve P., Savalli L. - Le travail musculaire excentrique. *J Traumatol Sport* 2000;17:93-102.
6. Middleton P., Puig PLP., Trouve P., Savalli L. - Traitement par ondes de choc. L'expérience du CERS. *Médecine physique et de réadaptation*. La Lettre 2000;57:23-24.
7. Savalli L., Puig P., Trouvé P. - Les douleurs de l'appareil extenseur après ligamentoplastie. Utilisation des ondes de choc radiales pour le traitement des tendinopathies rotuliennes chroniques. *J Traumatol Sport* 2003;20:10-18.

N = 38	Nbre séances	Paramètres	Age moyen	Résultat			
				TS	S	I	N
				16	22	0	0
				42%	58%	0%	0%

Tableau 7.

N = 38	Nbre séances	Paramètres	Age moyen	Résultat			
				TS	S	I	N
				13	3	0	0
				81%	19%	0%	0%

Tableau 8.

ENTRETIEN DE BICHAT - PODOLOGIE 2004

Journée de podologie - Samedi 18 septembre 2004

TRAITEMENT DES TENDINOPATHIES CALCANÉENNES PAR ONDES DE CHOC

H. de Labareyre* **, G. Saillant**

* Clinique des Lilas - CETIS, 93260 les Lilas

** Service de chirurgie orthopédique et Traumatologie, G.H. Pitié-Salpêtrière, Paris

Nouvelles venues dans l'arsenal thérapeutique des tendinopathies, les ondes de choc ont pu être testées dans le cadre des tendinopathies calcaneennes. Ces techniques restant encore assez confidentielles, il est utile d'avoir quelques notions sur leurs modes d'action présumés ainsi que sur les résultats susceptibles d'être obtenus, bien que ces résultats ne proviennent que de simples études ouvertes.

LES MACHINES

Deux principes se complètent ou s'affrontent. Les ondes de choc extracorporelles radiales (ODCR ou RSWT en anglo-saxon - Radial Shock Wave Therapy) sont créées par l'intermédiaire de percussions directes cutanées, elles traversent la lésion tendineuse visée et s'épuisent en pénétrant dans les tissus. Les ondes de choc extracorporelles focalisées (ODCF ou ESWT en anglais - Extracorporeal Shock Wave Therapy) reposent sur la libération d'une onde de choc ultra-sonore à distance du foyer d'émission, directement en profondeur dans les tissus, au niveau de la zone lésionnelle tendineuse. On estime que les ODCR sont épuisées au-delà de 3-3,5cm de profondeur (ce qui n'est pas un problème pour le tendon calcaneen) alors que les ODCF de haute énergie peuvent être libérées jusqu'à 10cm de profondeur.

MODE D'ACTION

Il n'y a pas eu d'étude animale préalable à l'utilisation chez l'homme. La compréhension des modes d'action en est donc au stade des hypothèses. Récemment quelques publications ont montré une hypervascularisation immédiate après une séance d'ODCF (contrôle écho-Doppler sur la coiffe des rotateurs) (6) et une néovascularisation à la jonction tendon-os chez l'animal (10, 11). Une publication récente souligne que l'utilisation des ODCF au-delà de certains niveaux d'énergie est susceptible de créer des lésions tendineuses (7). L'action mécanique ainsi que sur la vascularisation locale sont donc à mettre en avant.

Le principe de base reprend d'une certaine façon celui des massages transverses profonds mais d'une façon totalement mesurable, reproductible, modulable à volonté et avec une force difficilement réalisable manuellement. Ce mode d'action mécanique permet de répondre mécaniquement au problème posé par une tendinopathie d'origine microtraumatique. Tout se passe comme si on créait, à échelle microscopique, des néo-lésions susceptibles de cicatriser dans un deuxième temps : il se produit une activation des processus de cicatrisation. Cette action se manifeste à long terme pendant une période qui peut s'étaler sur 6 semaines après la séance, ce qui correspond au temps physiologique de cicatrisation des tissus mous.

Il existe une théorie biochimique locale qui met en avant le rôle probable de la libération d'endorphines ou de substances inhibitrices de la douleur ou anti-inflammatoires du fait de la percussion locale ou de l'émission de l'onde de choc. L'action se manifesterait à moyen terme et expliquerait les améliorations

fonctionnelles précoces, dès le début du traitement.

L'effet antalgique précoce, susceptible d'être observé pendant la séance, relèverait de mécanismes antalgiques de type « gate-control ».

LES ONDES DE CHOC EXTRA-CORPORELLES RADIALES

Nous les avons utilisées depuis 4 ans, d'abord très prudemment, uniquement sur les tendinopathies rebelles aux traitements classiques, puis de façon plus systématique y compris en première intention, du fait de la rareté des effets secondaires et de l'absence de tableaux d'aggravations dans le cadre des tendinopathies calcaneennes.

La machine utilisée est un appareil de type Swiss Dolorclast™ (société EMS, Electro Medical System, Suisse) dont l'énergie est fournie par un compresseur pneumatique.

Il faut être parfaitement conscient que notre étude n'est qu'une simple étude ouverte, sans traitement placebo, sans comparaison avec un quelconque autre traitement ; il s'agit d'une simple évaluation d'efficacité, appréciée par les patients.

PROTOCOLE

Du fait de la multiplicité des paramètres sur lesquels le thérapeute peut jouer (nombre de coups délivrés, fréquence, force des impacts, espacement des séances, pression exercée par le thérapeute), un certain nombre de choix techniques ont été faits de façon à obtenir un groupe de patients homogène. Ces choix, guidés par les études allemandes préalables (8, 9), correspondent néanmoins à un pari ou un parti-pris initial et ne représentent pas obligatoirement le protocole idéal susceptible de donner les meilleurs résultats thérapeutiques.

- information des patients

Les patients sont informés qu'ils entrent dans un protocole d'évaluation de traitement, sans traitement placebo, avec la liberté absolue d'en sortir. Aucun autre traitement ne doit être suivi en parallèle.

Les activités sportives peuvent être poursuivies (il s'agit souvent de coureurs à pied dans la population des tendinopathies calcaneennes) dans les limites de leur tolérance. Les douleurs d'échauffement ou de refroidissement sont tolérées alors qu'une douleur qui ne disparaît pas à l'échauffement ou qui réapparaît en cours d'effort impose l'arrêt de l'activité en cours. A notre avis, les activités doivent être poursuivies ; la sollicitation mécanique raisonnable permet de guider la cicatrisation du tendon agressé par les ondes de choc vers la fonction que l'on souhaite récupérer.

- respect des contre-indications

La liste de celles-ci n'est pas très longue: grossesse, pathologies neurologiques ou vasculaires locales, infection locale, tumeur. Les contre-indications les plus importantes nous paraissent être les troubles de la coagulation, les traitements anti-coagulants et les processus

algodystrophiques. Aucun enfant n'a été inclus.

- paramètres techniques

Les paramètres choisis sont différents selon qu'il s'agit d'une tendinopathie corporéale (nodulaire ou fusiforme) ou d'une enthésopathie.

En ce qui concerne les tendinopathies corporéales nous avons délivré 2000 coups par séance à une fréquence de 9 Hz et avec une pression de 2,5bars. En ce qui concerne l'insertion, il a été délivré 2000 coups, à une fréquence de 15Hz et avec une pression de 1,5bars (pression susceptible d'augmenter en fonction de la tolérance).

L'embout large est systématiquement employé, on utilise un gel hydrique de contact et on exerce par l'intermédiaire de la pièce à main la pression maximale tolérable par le patient. Le nez de l'appareil est appliqué sur la zone la plus douloureuse (retro-contrôle du patient). La zone de percussion est réduite au minimum, en faisant simplement varier l'obliquité du nez de percussion par rapport au tendon ou en faisant glisser le tissu cutané sur les plans plus profonds. Pour les tendinopathies corporéales, le nombre de coups portés est initialement équitablement réparti entre les bords médial et latéral du tendon, ceci peut ensuite être modifié en insistant sur le bord restant le plus douloureux. Aucune anesthésie n'est réalisée.

Nous avons initialement réalisé 3 séances espacées d'une semaine, ce qui permettait un traitement complet en l'espace de 15 jours. Nous n'avons pas suivi les préconisations allemandes qui étaient de 6 séances espacées de 2 semaines, partant du principe que si le traitement était efficace, il fallait pouvoir le démontrer avec un minimum de séances dans un minimum de temps pour satisfaire une population sportive, toujours exigeante et pressée...

Compte tenu de nos premiers résultats (indice de satisfaction, absence d'effets secondaires notables) et pour nous adapter aux exigences du haut niveau, nos sommes dans un deuxième temps passé à un rythme de séances bi-hebdomadaires, en allant jusqu'à un maximum de 6 séances. Le traitement complet était donc susceptible d'être effectué en 8 (3 séances) à 19 jours (6 séances). De façon empirique nous nous sommes aperçus que si le rythme bi-hebdomadaire n'améliorait pas la qualité des résultats, celle-ci augmentait avec le nombre de séances. Le protocole standard actuel est de 3 à 6 séances espacées d'une semaine, selon l'amélioration fonctionnelle du patient.

- évaluation de la tolérance

Elle est appréciée au cours de chaque séance (importance de la douleur qui permet de doser la vigueur de la séance) et les effets secondaires éventuels après le traitement sont recherchés avant la séance suivante (augmentation de la douleur, gonflement, ecchymose). Ces derniers ne sont observés que dans 10% des cas environ.

- évaluation fonctionnelle

Elle est réalisée lors de chaque séance et 6 semaines après la dernière (J45). Lors du contrôle à J45, le patient doit également donner son appréciation sur l'efficacité du traitement en choisissant l'un des 5 items: Très Satisfaisant (TS), Satisfaisant (S), Insuffisant (I), Décevant ou nul (D),

Aggravation (A). Nous n'avons retenu comme bons résultats que les appréciations TS et S. Aucun patient ne s'est jugé aggravé dans notre série.

POPULATION

Notre série comporte 256 tendinopathies calcanéennes (217 tendinopathies corporéales dont 81% d'hommes et 39 enthésopathies dont 66% d'hommes). Le sport le plus représenté dans cette population de patients est la course à pied (environ 80%).

RESULTATS

	Nbe patients	TS + S	I + D	A
T.corporéale	217	74,7%	25,3%	0
Nbe moyen de séances		4	4,4	
T.insertion	39	69,2%	30,8%	0
Nbe moyen de séances		4,2	5,2	

TS : Très Satisfait S : Satisfait I : Insuffisant D : Déçu A : Aggravé

La douleur lors des séances a été considérée comme modérée dans environ 60% des cas de tendinopathies corporéales et importante pour les 40% restant. Les douleurs sont plus communément jugées importantes dans le cadre des enthésopathies. Des effets secondaires modestes ont été notés dans moins de 10% des cas (majoration de la douleur pendant 12 à 24 heures).

DISCUSSION

Nous avons rapporté en 2001 puis en 2002 des évaluations portant sur 43 puis 133 patients (3, 4, 5). Les résultats que nous obtenions étaient voisins de ceux que nous indiquons ici. Nous avons pu faire à l'époque (4) une analyse statistique sur quelques paramètres (ce qui n'a plus été possible ensuite pour des raisons techniques).

Nous n'avons pas noté de différence significative entre le groupe des patients satisfaits du traitement et les insatisfaits pour les paramètres suivants : le type de tendinopathie (nodulaire ou fusiforme), l'âge des patients, l'ancienneté des symptômes, l'échec de traitements antérieurs ou l'utilisation des ODCR en première intention, la répartition entre les patients sportifs (très majoritaires) ou non sportifs, le type de sport pratiqué, le niveau de pratique sportive, national ou international, et les niveaux inférieurs.

Nous avons en revanche noté une différence significative en fonction du sexe puisque 91% des femmes étaient satisfaites du traitement contre 70% des hommes. Actuellement la différence reste tout à fait comparable avec un chiffre de satisfaction de 88% chez les femmes et de 71,5 chez les hommes. A condition que les conditions d'entraînement soient comparables dans les deux groupes, les femmes répondraient mieux au traitement par ODCR, tout au moins en ce qui concerne la tendinopathie calcanéenne.

Il n'existe, à notre connaissance, qu'une seule publication détaillant les ODCR et la tendinopathie calcanéenne (1). Le pourcentage de satisfaction est de 80% avec un protocole comportant environ 10 séances et des paramètres-machine sensiblement comparables aux nôtres.

LES ONDES DE CHOC FOCALISEES

Nous avons utilisé un appareil Sonocur Basic (Siemens Medical Solutions, USA), pendant 6 mois. L'énergie produite est d'origine électromagnétique. Cet appareil ne comporte pas de couplage avec un échographe.

L'évaluation que nous avons réalisée est également une simple étude ouverte. Les résultats ne peuvent pas être comparés à ceux de l'étude décrite ci-dessus.

PROTOCOLE

L'information des patients, le respect des contre-indications, l'évaluation de la tolérance et l'évaluation fonctionnelle finale se sont faits de la même façon que pour le traitement par ODCR.

Nous avons choisi de ne réaliser que 3 séances espacées d'une semaine. Les séances comportaient 1500 impulsions avec une intensité de niveau 3 ou 4 en fonction de la tolérance douloureuse du patient, avec une fréquence de 4 Hz. La zone lésionnelle était repérée par un marquage cutané qui devait correspondre à des repères sur la lentille d'émission de l'appareil.

RESULTATS

Nous avons inclus 43 patients. Globalement, 53% d'entre eux se sont avérés très satisfaits ou satisfaits, avec un pourcentage de réussite comparable entre les tendinopathies corporeales et les enthésopathies.

DISCUSSION

Ces chiffres sont à interpréter avec prudence compte tenu de la petite taille de l'échantillon mais surtout compte tenu des paramètres d'étude choisis : il est très possible qu'une limitation du nombre de séances à 3 soit insuffisante pour optimiser les résultats et d'autre part, il apparaît que, compte tenu des difficultés que nous avons rencontrées pour positionner la lentille d'émission et de l'incertitude quasi constante que nous avons d'être sur la zone lésionnelle, rend le couplage à un échographe nécessaire. Ce dernier permet de « viser » la lésion, le simple rétro-contrôle du patient par rapport à sa douleur ne permet pas une manipulation facile de l'appareil. Cette nécessité de couplage échographique rejoint les conclusions de Gremion(2).

Ce dernier avait publié une étude utilisant le Sonocur Plus (2), comportant un couplage échographique. Le détail des résultats obtenus sur les tendinopathies calcanéennes (11 patients) n'est pas isolé des autres localisations tendineuses. Il est simplement précisé que la tendinopathie calcanéenne fait partie des localisations où « l'amélioration a été la plus probante avec une reprise de l'activité sportive nettement significative ».

Nous n'avons retrouvé qu'une seule publication comparant les ODCF 28 patients) et la chirurgie (26 patients) dans le cadre des tendinopathies calcanéennes (7). Elle rapporte 29% de bons et excellents résultats et 43% de résultats satisfaisants. Les résultats sont jugés moins bons que ceux obtenus par la chirurgie : excellents et bons 69%, satisfaisants 15%.

CONCLUSION

La diversité des lésions rencontrées au niveau du tendon calcanéen rend leur prise en charge thérapeutique complexe.

La prise en charge médicale doit, autant que faire se peut, être mécanique, de façon à répondre mécaniquement au problème posé. Les ondes de choc représentent une nouvelle possibilité thérapeutique intéressante. Le peu d'effets secondaires rencontrés peuvent en faire une thérapeutique de première intention, malgré le caractère douloureux des séances.

Dans notre étude, les chiffres obtenus avec les ODCR semblent plus probants mais nécessitent une confirmation par d'autres utilisateurs. Les chiffres de satisfaction que nous obtenons avec les ODCF sont possiblement sous-évalués et nécessitent d'autres investigations, avec, à notre avis, un contrôle du traitement par échographie.

Bien entendu des études bien conduites comparatives entre les techniques ou contre placebo seraient très préférables.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 – Brunet-Guedj E, Brunet B, Girardier J, Renaud E: traitement des tendinopathies chroniques par ondes de choc radiales
J Traumatol Sport, 2002, 19, 4, 239-243
- 2 - Gremion G, Augros R, Gobelet Ch, Leyvraz PF: Efficacité de la thérapie par ondes de choc extra-corporelle dans les tendinopathies rebelles
J Traumatol Sport, 1999,16, 2, 117-121
- 3 – Labareyre H (de), Saillant G : Tendinopathies calcanéennes ; formes cliniques et évaluation de l'efficacité du traitement par ondes de choc radiales
J Traumatol Sport, 2001, 18, 1, 59-69
- 4 – Labareyre H (de), Grun-Rehohme M, Saillant G : A propos du traitement par ondes de choc radiales sur les tendinopathies calcanéennes ; actualisation des résultats.
J Traumatol Sport, 2002, 19, 4, 244-246
- 5 – Labareyre H (de), Saillant G : Ondes de choc radiales ; intérêt dans le traitement des tendinopathies
Médecins du Sport, 2002, 54, 28-31
- 6 – Peers K, Brys P, Lysens R: Power doppler sonography measurement of tendon vascularity after ESWT (comm. Orale)
Muskuloskeletale Stosswellentherapie, Mainz, mars 2001
- 7 – Perlick L, Schiffman R, Kraft CN, Wallny T, Diedrich O: Extracorporeal shock wave treatment of the achilles tendinitis
Z Orthop Ihre Grenzgeb, 2002, 140, 3, 275-280
- 8 - Schöll J, Lohrer H: Radiale Stoßwellentherapie bei Insertionstendinopathien
Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 1999, 50, D-067, 115
- 9 - Schöll J, Lohrer H: Radial extracorporeal shock-wave therapy for insertion tendopathies
Int J Sports Med, 1999, 20, D-067, S106
- 10 - Wang CJ, Huang HJ, Pai CH : Shock wave – enhanced neovascularization at the tendon-bone junction; an experiment in dogs
J Foot Ankle Surg, 2002, 41, 16-22
- 12 – Wang CJ, Wang FS, Yang KD, Weng LH, Hsu CC, Huang CS, Yang LC: Shock wave therapy induces neovascularization at the tendon-bone junction; a study in rabbits
J Orthop Res, 2003, 21, 984-989

Les ondes de choc radiales

Jean Barth – MKDE – Colmar - SFMKS – SMATSH*

Dr. Christian Lutz, Prof. Jean-Henri Jaeger – Clinique Chirurgicale B - Hôpitaux Universitaires de Strasbourg

*Société Médicale pour l'Avenir de la Traumatologie du Sport en Haute-Alsace –

Président : Professeur Jean-Henri Jaeger – Clinique Chirurgicale B - Hôpitaux Universitaires de Strasbourg

Résumé

Dans cet article nous présentons un bref historique des ondes de choc, une revue succincte de la littérature s'y rapportant et notre expérience de l'utilisation des *ondes de choc extracorporelles radiales* en cabinet libéral. Il s'agit d'une série de 48 cas, s'étalant sur une période de 24 mois, regroupant deux localisations: tendon d'Achille, aponévrose plantaire, et différents types d'atteinte: enthésopathie et tendinopathie corporelle, calcifiante ou la plupart du temps non calcifiante. L'âge moyen est de 45,4 ans, les extrêmes allant de 21 à 79 ans (2 cas). Les sports pratiqués sont le football, le basket-ball, le ski alpin, le ski nautique, le tennis, le vélo, la course à pied, le hockey sur glace, la moto d'enduro. Quelques cas de maladie professionnelle font partie de ce panorama. Certains patients présentaient des douleurs depuis plus de 6 mois et avaient dû réduire ou arrêter leur activité sportive. Un précédent traitement s'était soldé par un échec. Une amélioration des symptômes permettant une reprise correcte des activités antérieures a été observée dans 75 % des cas pour l'ensemble de la série dès la fin du traitement et dans 85 % des cas 6 semaines plus tard. Une seule aggravation a été observée et aucun effet secondaire gênant n'est apparu.

Cette étude ouverte se situe dans la moyenne des résultats publiés dans la littérature et semble placer les ondes de choc comme un traitement efficace permettant, la plupart du temps, d'éviter une intervention chirurgicale dont la lourdeur et la longueur des suites sont nettement plus importantes, tout en permettant la plus souvent la poursuite des activités sportives.

Mots-clés: tendinopathies, pathologie musculaire post-traumatique, ondes de choc radiales, activités sportives

Introduction

L'utilisation des ondes de choc extracorporelles radiales, encore en cours d'évaluation, semble s'avérer efficace dans le traitement des tendinopathies, de certaines pathologies osseuses et de différents problèmes musculaires.

Historique

Les lithotripteurs ou thérapie par ondes de choc extracorporelles ou ESWT (pour Extracorporeal Shock Wave Therapy) ont été utilisés en urologie, dès le début des années 80. D'abord plongé dans un bain, le patient pourra ensuite être traité à sec, ce qui a permis d'alléger la méthode. L'ablation non invasive des lithiases était devenue possible et a connu le succès que l'on connaît.

Rapidement, ont suivi des études sur l'efficacité des ondes de choc sur la cicatrisation des tissus conjonctifs et la consolidation osseuse chez l'animal, avec des résultats encourageants. Dans les années 90, l'idée de détruire les calcifications tendineuses a vu le jour et des essais de traitement ont également été effectués dans le cadre de la douleur.

Dans la même période, la société suisse EMS (Electro Médical System) a mis sur le marché un lithotriporteur fonctionnant par voie endoscopique, le Lithoclast.

Actuellement, apparaissent des appareils dont l'objectif est de répondre à la demande de soins dans le domaine de la médecine et de la traumatologie du sport, de la rhumatologie, voire de l'orthopédie.

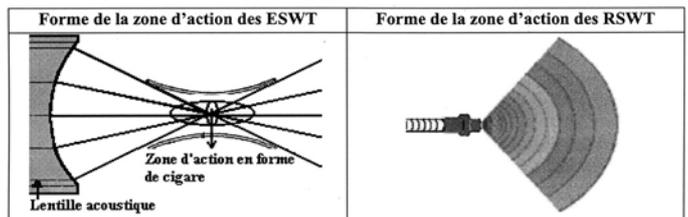
Matériel

Ondes de choc radiales (RSWT)

D'autres appareils reposent sur le principe des ondes de choc radiales et sont directement dérivés des lithotripteurs utilisés par voie endoscopique. On appelle cette technique thérapie par ondes de choc balistiques: thérapie par ondes de choc radiales ou RSWT (pour Radial Shock Wave Therapy), BSWT (pour Ballistic Shock Wave Therapy) ou thérapie par ondes acoustiques non focalisées. L'onde de choc est provoquée par un impact pneumatique direct ou par l'intermédiaire d'un percuteur qui est directement en contact avec la peau (sans gel acoustique). L'énergie est ensuite dissipée en pénétrant dans les tissus dans une zone d'action qui a la forme d'un cône dont la pointe correspond au point d'impact où l'énergie est maximale; elle s'épuise rapidement en pénétrant les tissus, n'atteignant pas plus de 3 à 3,5 cm de profondeur. Les éléments anatomiques superficiels sont facilement atteints et les éléments plus profonds nécessitent d'exercer une pression plus importante pour que la sonde soit très proche de la zone à traiter, dans les limites du possible. Ce type de matériel est plus maniable, moins encombrant et moins coûteux que le précédent.

L'efficacité de la RSWT serait comparable à celle de l'ESWT [11]. Depuis les travaux de Diesch [11], de plus en plus d'études vérifient l'efficacité des RSWT [3, 9 et 10, 12, 15, 32,].

En kinésithérapie sportive, la plupart des lésions à traiter se situent à une faible profondeur et ne justifient que rarement l'utilisation d'une « artillerie aussi lourde et coûteuse » que les ESWT.



ESWT versus RSWT	
Profondeur d'action : jusqu'à 11 cm	Profondeur d'action : jusqu'à 3,5 cm
Diamètre de la sonde : 3-5 mm	Diamètre de la sonde : 6 et 15 mm
Energie faible, moyenne ou forte (0,04 mJ à 1,5 mJ/mm ²)	Energie légère à moyenne (0,06 mJ, 2bars à 0,18 mJ/mm ² , 4 bars)
Fréquence des impulsions : 1-4 Hz Nombre de coups : ± 2000	Fréquence des impulsions : 1-15 Hz Nombre de coups : ± 2000
Nombre de séances : 1 à 2 Intervalle : 1 à 2 par mois	Nombre de séances : 3 à 6 (-> 12) Intervalle : 2 par semaine
Couplé en général à un système d'imagerie pour une meilleure précision	Zone d'action plus large, pas d'imagerie, repérage manuel
Prix : ± 92 000 €	Prix : ± 22 800 €

Mécanismes d'action

Il est possible d'avancer trois théories pour fournir des explications physiologiques, explications qui en sont toujours à leur stade initial.

La théorie chimique

Elle met en avant le rôle probable de la libération d'endorphines ou de substances inhibitrices de la douleur, du fait de la percussion locale ou de la libération de l'onde de choc extracorporelle. Cet effet antalgique est logiquement limité dans le temps et explique que la douleur s'amenuise au fur et à mesure des "percussions" pendant la même séance.

La théorie du "gate-control"

Elle considère que la rupture de la perception douloureuse peut être obtenue par stimulation des grosses fibres nerveuses sensibles cutanées entraînant une inhibition des afférences douloureuses dans la moelle. Elle expliquerait également une partie des effets positifs obtenus peut-être à plus long terme.

L'action mécanique

On peut mettre en avant différents modes d'actions :

- une action défibrosante, qui se rapprocherait de celle des ultrasons ou de certaines techniques de massage telles que les MTP (super Cyriax)
- une destruction des cellules à l'origine de la douleur,
- une hypervascularisation, mise en évidence par écho-doppler,
- une augmentation du métabolisme local,
- la transformation d'une zone d'inflammation chronique en zone d'inflammation aiguë,
- la modification de l'arc réflexe du contrôle du tonus musculaire,
- récemment, des études expérimentales chez l'animal [46, 67] ont mis en évidence une augmentation du phénomène de néo-vascularisation à la jonction ostéo-tendineuse et une accélération de la cicatrisation tendineuse après lésion et suture chirurgicale du tendon. Ces deux phénomènes pourraient être liés à une augmentation locale des facteurs de croissance.

Toutes ces hypothèses sont susceptibles d'être à l'origine des conditions nécessaires pour favoriser l'apport d'éléments métaboliques propices à un processus de cicatrisation de meilleure qualité.

Techniques d'application des RSWT

D'après les études actuellement en cours, le nombre de séances nécessaires est encore mal délimité puisqu'il va de 1 à 3 pour certains, jusqu'à 6 pour d'autres, et même jusqu'à 12 dans certains cas, séances plus ou moins espacées selon les auteurs.

Les paramètres sur lesquels le thérapeute peut jouer sont :

Paramètres machine

- le nombre de coups dans chaque séance (+/- 2000),
- leur fréquence (1 à 15 ; une fréquence élevée est mieux tolérée près des insertions osseuses),
- leur intensité (1,8 à 2,5 bars).

Paramètres personnels

- le nombre de séances,
- la taille du nez de la pièce à main (la grande taille est mieux tolérée),
- l'espacement des séances (2 fois par semaine),
- la pression d'application de la pièce à main.

Il nous semble qu'à chaque indication devrait correspondre un certain nombre de paramètres spécifiquement adaptés. Nous ne voyons effectivement pas pourquoi le protocole serait le même pour une tendinopathie nodulaire d'Achille, une épicondylalgie ou une contracture musculaire.

Incontestablement, le traitement par ondes de choc est un traitement douloureux et des effets secondaires liés aux mini-traumatismes répétés sont à prévoir (œdèmes, ecchymoses, lésions cutanées...). Il apparaît cependant que ces derniers puissent être considérablement limités et qu'ils ne représentent finalement pas un obstacle.

Effets secondaires

Les effets secondaires dépendent de l'amplitude des chocs et de la densité d'énergie délivrée. La plupart du temps, les effets secondaires sont mineurs [4, 18] : douleur, hématomes, gonflement, irritations cutanées et augmentation des symptômes dans une minorité de cas.

Les indications

Les premières applications ont été effectuées en Allemagne sur les calcifications d'épaule, reprenant la suite logique de la destruction des calculs urinaires. Il semble que l'effet antalgique soit satisfaisant alors que les conclusions concernant la disparition des calcifications sont discordantes.

Depuis quelques temps, l'ensemble des tendinopathies fait l'objet de tentatives de traitement. Actuellement, quelques équipes cherchent à évaluer plus spécifiquement l'efficacité de cette méthode thérapeutique dans le domaine de la traumatologie du sport ou dans celui de la rééducation. Les objectifs sont doubles : définir les indications et déterminer les meilleurs protocoles, compte tenu de chaque localisation.

Les grands domaines d'application, du fait de leur fréquence, pourraient être la tendinopathie d'Achille, la tendinopathie rotulienne, les tendinopathies du coude et les pathologies de l'aponévrose plantaire, pathologies posant immanquablement de gros problèmes thérapeutiques dans certains cas. Cette liste n'est évidemment pas limitative et il n'est pas certain que toutes les localisations répondent de la même façon au traitement.

Les pathologies musculaires, telles que les contractures, les séquelles de déchirures douloureuses et invalidantes, semblent répondre de façon extrêmement favorable aux traitements par RSWT.

Une indication très spécifique est actuellement en cours d'évaluation en Allemagne et en Suisse : la pseudarthrose ou le retard de consolidation. Le principe repose sur la création de micro-lésions osseuses ou fibreuses dans le but de réactiver les processus de cicatrisation. Selon le niveau d'énergie utilisé, et donc de la douleur qui en découle, le traitement peut être réalisé avec ou sans anesthésie. Les retombées orthopédiques pour certaines fractures "difficiles" ou certaines fractures de fatigue pourraient être intéressantes. Cette technique a été introduite en orthopédie dès 1991 par Valchanou et Michailov [64] dans les traitements des retards de consolidation et des pseudarthroses, mais ce domaine concerne plus particulièrement les ESWT.

Les contre-indications

Les contre-indications sont :

- les traitements au site de passage des troncs nerveux ou des gros vaisseaux sanguins
- une douleur mal localisée et non palpable
- la grossesse
- un risque d'hémorragie, comme dans le cas d'hémophilie, chez les patients anticoagulés par exemple
- la région pulmonaire et cardiaque
- une cicatrice ouverte sur la zone à traiter
- la présence d'infection ou d'inflammation aiguë au siège de la lésion à traiter
- un patient non coopératif, par exemple en état de démence
- les os en croissance
- des tissus fragilisés, par exemple par des métastases osseuses ou par de la corticothérapie intensive prolongée.

Quelques études cliniques (RSWT)

Atteintes traitées (quelques exemples)

Fasciite plantaire chronique

Fröhlich, 1999 [12] : 116 patients traités : 55 avec RSWT versus 61 avec placebo ; résultats nettement supérieurs avec RSWT 1 an après le traitement, tant au plan sportif que professionnel.

Tendinopathies calcanéennes corporeales

De Labareyre H., 2002 [71] : Etude ouverte sur 120 patients traités : 89 satisfait (74%), 31 non satisfait (26%), tant au plan sportif que professionnel.

Tendinopathies chroniques diverses

Brunet-Guedj E., 2002 [3] : Etude ouverte sur 134 patients traités : 50 résultats excellents (37%), 51 résultats bons (38%), 19 résultats moyens (14%), 14 résultats mauvais (11%), dans l'immédiat ; 63 résultats excellents (47%), 45 résultats bons (33%), 16 résultats moyens (12%), 10 résultats mauvais (8%), à 6 semaines de distance.

Expérience personnelle

Quarante patients représentant 48 cas (en raison de 9 cas d'atteinte bi ou plurifocale) ont été inclus dans cette série avec leur accord. Le patient le moins âgé avait 21 ans, le plus âgé avait 79 ans (1 patient).

Dans un cabinet libéral il est impossible de réaliser des études versus placebo, l'obligation de résultats primant sur les critères universitaires, c'est une étude ouverte qui a été réalisée, la sanction étant d'une part la reprise sportive la plus rapide et la meilleure possible, d'autre part la satisfaction du patient.

Certains patients avaient déjà eu un autre traitement associant généralement anti-inflammatoires non stéroïdiens ou stéroïdiens par voie générale, mésothérapie, physiothérapie (ultrasons, laser...), massages transverses profonds, étirements et une ou plusieurs infiltration(s) de corticoïdes.

Les critères d'évaluation retenus ont été la douleur au repos et la douleur d'effort évaluées sur une échelle visuelle analogique (EVA) de 0 à 100 mm, permettant de déterminer le pourcentage d'amélioration fonctionnelle en fin de traitement et 6 semaines après la fin du traitement.

Le traitement a été effectué à l'aide du **Swiss Dolorclast (EMS)** qui délivre des ondes de choc radiales. L'appareil utilisé permet d'effectuer des percussions directes sur la zone tendineuse à l'aide d'une pièce à main dont le nez métallique est percuté par une masselotte propulsée par de l'air comprimé. Deux tailles d'applicateurs sont utilisables, mais nous n'avons utilisé que le plus large, le plus petit étant responsable d'une réaction douloureuse plus importante quels que soient les paramètres de réglage.

Plusieurs paramètres peuvent varier dans le protocole : la pression de l'air comprimé exprimée en bars (2,5 en général), la fréquence des coups (6 à 15 Hertz), le nombre de coups délivrés par séance (2 à 3 000 coups), la fréquence des séances (1 ou 2 par semaine) et enfin le nombre total de séances (6 à 10, voir 15).

Après avoir utilisé les protocoles présentés dans la littérature (pression importante et une fréquence basse), j'ai opté pour une fréquence d'émission plus importante qui permet une meilleure tolérance des séances (pression de 1,5 à 2,5 bars, avec une fréquence comprise entre 10 et 15 Hertz et un nombre de coups total par séance de 2 000 à 3 000). La pression exercée sur la zone douloureuse est la pression maximale tolérable par le patient. Le nombre de séances a été le plus souvent de 10 pour une grande majorité de patients, avec quelques cas à 2, 6, 8 et exceptionnellement plus de 10 (jusqu'à 15, à la demande de patients qui ressentaient une amélioration croissante sans être totalement soulagés à la fin des séances initialement prévues) avec dans ces cas une consolidation du résultat. Le rythme des séances a été bihebdomadaire. La technique d'application peut varier légèrement en fonction des localisations à traiter. Généralement, la pièce à main est tenue perpendiculairement à la zone à traiter qui est mise sous tension. Pour le tendon d'Achille, les coups sont portés latéralement par rapport au tendon sur les bords médial et latéral avec un contre-appui du côté opposé à la zone traitée.

Les patients ont été informés qu'ils entraient dans un protocole d'évaluation sans traitement placebo, sans obligation de terminer le traitement et sans association thérapeutique. Les activités sportives ont été poursuivies ou ont été, rarement, interrompues en fonction de la douleur. Lorsque le sport avait dû être arrêté, la reprise a été effectuée en fin de traitement.

Les résultats ont été classés en fonction de l'appréciation des patients à court terme et de leur capacité à reprendre leurs activités antérieures à 6 semaines (classification utilisée par H. De Labareyre) : Très satisfait (TS), Satisfait (S), Insuffisant (I), Nul (N).

N = 28	Nbre séances	Paramètres	Age moyen	Résultat					
T. achille	10,1	2000/10/2,5	43	TS+S		I		N	
Court terme				20	71%	7	25%	1	4%
à 6 semaines				23	82%	3	11%	2	7%
1 arrêt du traitement suite à une rupture à distance des séances									

N = 20	Nbre séances	Paramètres	Age moyen	Résultat					
Talon	7,6	2500/8/2,5	47,8	TS+S		I		N	
Court terme				15	75%	3	15%	2	10%
à 6 semaines				16	80%	2	10%	2	10%

Conclusion

En raison du peu de cas observés, il n'est pas possible d'émettre des conclusions définitives, malgré le pourcentage élevé de patients satisfaits. En fonction des résultats observés dans les localisations les plus habituelles rencontrées chez le sportif, dans les autres études ouvertes [9, 14] ainsi que dans les études versus placebo [2, 66] ayant mis en évidence une différence très significative sur le plan de la disparition ou de la diminution de la douleur entre les groupes traités et les groupes témoins, on peut conclure que l'efficacité des ondes de choc dans ces types de pathologie est bien une réalité.

Le traitement par ondes de choc radiales représente une nouvelle et réelle possibilité thérapeutique, dans les formes rebelles, avec une extension vraisemblable vers un traitement de première intention, avec des restrictions pour les formes aiguës récentes où la composante inflammatoire possible constitue une non-indication, voire une contre-indication.

Bibliographie

- 1] Abt T. et coll. : "Shockwave therapy for painful heel spur: results of a prospective randomized double blind study measuring plantar heel pressure with a Novel Emed AT-4 pedograph system", *4th International Congress of the ISMST*, Berlin, 2001.
- 2] Abt T. et coll. : "Shockwave therapy for recalcitrant plantar fasciitis with heel spur: a prospective randomized placebo-controlled double-blind study". *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2002; 140: 548-54.
- 3] Brunet-Guedj E. et coll. : "Traitement des tendinopathies chroniques par ondes de choc radiales", *J Traumatol Sport*, 19 (4) : 239-243, 2002.
- 4] Buch M. et coll. : "Prospective randomized placebo controlled double blind multicenter study to evaluate safety and efficacy of extracorporeal shockwave therapy (ESWT) in chronic plantar fasciitis", *4th International Congress of the ISMST*, Berlin, 2001.
- 5] Buchbinder R. et coll. : "Ultrasound guided shockwave extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis. A randomized controlled trial", *JAMA*, 19;288 : 1364-1372, 2002.
- 6] Cosentino R. et coll. : "Efficacy of extracorporeal shock wave treatment in calcaneal enthesophytosis", *Ann Rheum Dis*, 60 : 1064-1067, 2001.
- 7] Cosentino R. et coll. : "Extracorporeal Shockwave Therapy of Chronic Calcific Tendinitis of the Shoulder in Single-Blind Study", *Sième International Congress of the ISMST Winterthur*, 2002.
- 8] Davidson C.J. et coll. : "Rat tendon morphologic and functional changes resulting from soft tissue mobilization", *Med Sci Sports Exerc*, 29 : 313-319, 1997.
- 9] De Labareyre H. et G. Saillant : "Tendinopathies calcanéennes; formes cliniques et évaluation de l'efficacité du traitement par ondes de choc radiales", *J Traumatol Sport*, 18 (2) : 59-69, 2001.
- 10] De Labareyre H. et G. Saillant : "Évaluation de l'efficacité des traitements par ondes de choc radiales sur les tendinopathies du membre inférieur chez le sportif", *Le Spécialiste en Médecine du Sport*, 28 : 34-40, 2000.
- 11] Diesch R. et coll. : "Conventional versus Ballistic Extracorporeal Shock Waves for the treatment of Calcaneal Spur", *2nd International Congress of the*, Londre, 1999.
- 12] Frölich T. et G. Haupt : "Successful therapy of tennis elbow and calcaneal spur by ballistic shock-waves. A prospective, randomized, placebo-controlled multicenter study", *10ième Congrès Européen de Médecine du Sport*, Innsbruck, sept. 1999.
- 13] Gehlsen G. et coll. : "Fibroblast response to variation in soft tissue mobilization pressure", *Med Sci Sports Exerc*, 31 : 531-535, 1999.
- 14] Gremion G. : "Efficacité de la thérapie par ondes de choc extracorporelles dans les tendinopathies rebelles". *J Traum Sport* 1999 16: 117-121.
- 15] Gremion G. : "Étude des effets cliniques de l'application des ondes de choc extracorporelles dans les tendinites calcifiantes de l'épaule", *31ème Journée Scientifique CICG*, Genève, nov 2001.
- 16] Haist J. et coll. : "The extracorporeal shock wave therapy in the treatment of disturbed bone union", *Biomed Engineering*, 1 : 222, 1992.
- 17] Haake M. et coll. : "Extracorporeal shock wave therapy (ESWT) in the treatment of tennis elbow – a prospective randomised placebo-controlled multicenter trial", *4th International Congress of the ISMST*, Berlin, 2001.
- 18] Haake M. et coll. : "Side effects of Extracorporeal Shock Wave Therapy (ESWT) in the treatment of tennis elbow", *Arch Orthop Trauma Surg*, 122, 222-228, 2002.
- 19] Hammer D.S. et coll. : "Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) in patients with chronic proximal plantar fasciitis", *Foot Ankle Int*, 23 : 309-313, 2002.
- 20] Hauck E.W. et coll. : "Extracorporeal shock wave therapy in the treatment of Peyronie's disease. First results of a case-controlled approach", *Eur Urol*, 38 : 663-669, discussion p. 670, 2000.
- 21] Haupt G. : "Uses of shock waves in the treatment of pseudoarthrosis, tendinopathy and other orthopedic diseases", *J Urol*, 158 : 4-11, 1997.
- 22] Heidersdorf S. et coll. : "Osteochondritis dissecans in Musculoskeletal Shockwave Therapy", *Greenwich Medical Media Ltd*, London, ISBN 1-84110-058-7, 2000, p. 255
- 23] Helbig K. Herbert C. Schostock T. et al. : "Correlations between the duration of pain and the success of shock wave therapy", *Clin Orthop* 2001 ; 387: 68-71.
- 24] Heller K.D. et F.U. Niethard : "Der Einsatz der extrakorporalen Stosswellentherapie in der Orthopädie - eine Metaanalyse", *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 136, 390-401, 1998.
- 25] Hearnden A. et M.C.Flannary : "A prospective, blinded randomised control trial assessing the use of different energy extracorporeal shock wave therapy for calcifying tendonitis", *3rd International Congress of the ISMST*, Naples, 2000.
- 26] Juan F.J. et coll. : "Effectiveness of extracorporeal shockwave therapy for chronic calcific tendinitis of shoulder : a preliminary report of a prospective blinded randomized control trial", *4th International Congress of the ISMST*, Berlin, 2001.
- 27] Juan F.J. et coll. : "Effectiveness of low-energy extracorporeal shock wave therapy on tendinitis of shoulder without evidence of calcific deposit : a preliminary report of a prospective blinded randomized control trial", *4th International Congress of the ISMST*, Berlin, 2001.
- 28] Ko JY, Chen HS, Chen LM. : "Treatment of lateral epicondylitis of the elbow with shock waves". *Clin Orthop* 2001 ; 387: 60-67.
- 29] Kraus M. et coll. : "Low energy extracorporeal shockwave therapy (ESWT) for treatment of myogelosis of the masseter muscle", *Mund Kiefer Gesichtschir*, 3 : 20-23, 1999.
- 30] Kwong S.C. et coll. : "Application of Low-Energy Extracorporeal Shockwave Therapy for Chronic Plantar Fasciitis", *5th International Congress of the ISMST*, Winterthur, 2002.
- 31] Loew M. et coll. : "Shock-wave therapy is effective for chronic calcifying tendinitis of the shoulder", *J Bone Joint Surg*, 81 : 863-867, 1999.
- 32] Lohrer H. et coll. : "Radial shockwave therapy (RSWT) for the treatment of achilles tendonitis", *4th International Congress of the ISMST*, Berlin, 2001.
- 33] Ludwig J. et coll. : "1 year-results of high-energy shock wave treated femoral head necrosis in adults", accepted for publication in *Clin Orthop Rel Res*.
- 34] Maier M, Saisu T, Beckmann J et al. : "Impaired tensile strength after shock-wave application in an animal model of tendon calcification". *Ultrasound Med Biol* 2001 ; 27: 665-71.
- 35] Melikyan E. Y. et coll. : "Prospective randomised double blinded study of extracorporeal shock wave therapy versus placebo for intractable tennis elbow", *4th International Congress of the ISMST*, Berlin, 2001.
- 36] Melikyan E.Y., J.N.V. Miles, et L. C. Bainbridge : "A Randomised Double Blinded Study of Extracorporeal Shockwave Treatment (ESWT) for Lateral Epicondylitis - The Derby Tennis Elbow Study", *5th International Congress of the ISMST*, Winterthur, 2002.
- 37] Meznik A. et coll. : "Scaphoid non-unions: ESWT versus surgery", *4th International Congress of the ISMST*, Berlin, 2001.
- 38] Mirone V. et coll. : "Ultrasound-guided ESWT in Peyronie's disease plaques", *Arch Ital Urol Androl*, 72 : 384-387, 2000.
- 39] Mooney V. : "Overuse syndromes of the upper extremity : rational and effective treatment", *J Musculoskel Med*, 15 : 11-18, 1998.
- 40] Naidoo R. et coll. : "Use of Extra-Corporeal Shock Wave Therapy in the Treatment of Proximal Plantar Fasciitis : A randomized, prospective, double-blind, placebo controlled study", *American Academy of Orthopaedic Surgeons*, février 2002, Dallas, TX, Poster Presentations.
- 41] Ogden J.A, Alvarez R, Levitt R et al. "Shockwave therapy (orthotripsy) in musculoskeletal disorders". *Clin Orthop* 2001 ; 387: 22-40.
- 42] Ogden J.A. et R.G. Alvarez : "Shockwave therapy for plantar fasciitis. A meta-analysis", *4th International Congress of the ISMST*, Berlin, 2001.
- 43] Ogden J.A. et coll. : "ESWT for heel pain. Final FDA study outcome at one year", *4th International Congress of the ISMST*, Berlin, 2001.
- 44] Ogden J.A. et coll. : "Shock wave therapy for chronic proximal plantar fasciitis", *Clin Orthop Rel Res*, 387 : 47-59, 2001.
- 45] Ogden J.A. et coll. : "Lateral Epicondylitis: The FDA Study", *5th International Congress of the ISMST*, Winterthur, 2002.
- 46] Orhan Z, Alper M, Akman Y et al. : "An experimental study on the application of extracorporeal shock waves in treatment of tendon injuries: preliminary report." *J Orthop Sci* 2001 ; 6 : 566-70.
- 47] Perlick L, Kurth O, Wallny T et al. : The mechanical effects of shock waves in extracorporeal shock wave treatment of calcific tendinitis - an in vitro model. *Orthop Ihre Grenzgeb* 1999; 137: 10-6.
- 48] Perlick L, Schiffmann R, Kraft CN et al. : "Extracorporeal shock wave treatment of the achilles tendinitis experimental and preliminary clinical results." *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2002; 140: 275-80.
- 49] Perlick L. et coll. : "Comparison of results of medium energy ESWT and Mittelmeier surgical therapy in therapy refractory epicondylitis humeri radialis", *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 137 : 316-321, 1999.
- 50] Pettrone F.A. et coll. : "Evaluation of Extracorporeal Shock Wave Therapy for Chronic Lateral Epicondylitis" *American Academy of Orthopaedic Surgeons : Meeting*, Dallas, fév 2002.
- 51] Rompe JD, Hopf C, Kullmer K et al. : "Low-energy extracorporeal shock wave therapy for persistent tennis elbow." *Int Orthop* 1996;20:23-27.
- 52] Rompe J.D. et coll. : "Analgesic effect of extracorporeal shock wave therapy on chronic tennis elbow", *J Bone Joint Surg*, 78 B : 233-237, 1996.
- 53] Rompe J.D. et coll. : "Extracorporeal shock wave therapy for calcifying tendinitis of the shoulder", *Clin Orthop*, 321 : 196-201, 1995.
- 54] Rompe J.D. et coll. : "Shock waves effectively treat plantar fasciitis", *J Bone Joint Surg*, 84A : 335-341, 2002.
- 55] Rompe J.D. et coll. : "Low-energy extracorporeal shock wave therapy for painful heel: a prospective controlled single-blind study", *Arch Orthop Trauma Surg*, 115 : 75-79, 1996.
- 56] Rompe JD, Kirkpatrick CJ, Kullmer L et al. : "Dose-related effects of shock waves on rabbit tendo Achillis. A sonographic and histological study." *J Bone Joint Surg* 1998 ; 80: 546-52.
- 57] Roush M.B. et coll. : "Augmented soft tissue mobilization in the treatment of chronic achilles tendinitis", Muncie, IN: *Performance Dynamics, Research Binder*, 1998.
- 58] Schaden W. et coll. : "Comparison of 30 tibial non-unions : conventional treatment versus extracorporeal shock wave therapy (ESWT)", *3rd International Congress of the ISMST*, Naples, 2000.
- 59] Schleberger R. et T. Senge : "Non-invasive treatment of long bone pseudarthrosis by shock waves", *Arch Orthop Trauma Surg*, 111 : 224-227, 1992.
- 60] Seemann O. et coll. : "Effect of low dose shock wave energy on fracture healing : an experimental study", *J Endurolog*, 6 : 216, 1992.
- 61] Schmitt J. et coll. : "Low-energy extracorporeal shock-wave treatment (ESWT) for tendinitis of the supraspinatus. A prospective, randomised study", *J Bone Joint Surg*, 83B : 873-876, 2001.
- 62] Stanish WD, Rubinovich RM, Curwin S. : "Eccentric exercise in chronic tendinitis." *Clin Orthop* 1986 ; 208 : 65-68.
- 63] Thiel M. : "Application of shockwaves in medicine." *Clin Orthop* 2001; 387: 18-21.
- 64] Valechanov Y. et P. Michailow : "High energy shock waves in the treatment of delayed and non-unions of fractures", *Int Orthop*, 15 : 181-184, 1991.
- 65] Wang C.J. et coll. : "Treatment of non-union of long bone by extracorporeal shock waves", *3rd International Congress of the ISMST*, Naples, 2000.
- 66] Wang CJ Chen HS. : "Shock wave therapy for patients with lateral epicondylitis of the elbow. A one-to two year follow-up study." *Am J Sports Med* 2002 30: 422-25.
- 67] Wang CJ, Huang HY, Pai CH. : "Shock wave-enhanced neovascularization at the tendon-bone junction an experiment in dogs." *J Foot Ankle Surg* 2002 ; 41: 16-22.
- 68] Wang CJ Ko JY, Chen HS. : "Treatment of calcifying tendinitis of the shoulder with shock wave therapy." *Clin Orthop* 2001 ; 387: 83-89.
- 69] Weil L. S. et coll. : "Extra Corporeal Shock Wave Therapy for the Treatment of Chronic Plantar Fasciitis : Indications, Protocol, Intermediate Results, and a Comparison of Results to Fasciotomy", *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, mai-juin 2002.
- 70] Zingas C.N. et coll. : "Shock Wave Therapy for Plantar Fasciitis", *AOFAS 2000 Annual Summer Meeting*.
- 71] De Labareyre H., Grun-Rehommé M. et G. Saillant : "A propos du traitement par ondes de choc radiales sur les tendinopathies calcanéennes – Actualisation des résultats", *J Traumatol Sport*, 19 (4) : 244-246, 2002.
- 72] Bussièrès Ph : "La thérapie par ondes de choc extracorporelles", Québec.

Les douleurs de l'appareil extenseur après ligamentoplastie. *Utilisation des ondes de choc radiales pour le traitement des tendinopathies rotuliennes chroniques.*

L. Savalli , P. Puig, P. Trouvé.

Introduction

La ligamentoplastie du LCA par transplant libre au tendon rotulien est considérée par nombres d'auteurs anglo-saxons, mais aussi francophones, comme la technique de référence (« gold standard »). L'efficacité de la plastie par transplant libre au tendon rotulien n'est plus à démontrer sur le plan fonctionnel. Les complications qui peuvent survenir au décours de cette intervention sont actuellement bien connues [28]. Outre les complications habituelles, la plupart d'entre elles sont inhérentes au prélèvement du greffon aux dépens de l'appareil extenseur. Les plus graves peuvent aller jusqu'à une rupture du tendon rotulien ou à une fracture secondaire de la rotule [24]. On peut également rencontrer une rétraction du tendon rotulien avec rotule basse dont l'importance est corrélée avec le degré d'arthrose fémoro-patellaire, elle même ayant une influence négative sur la récupération et le devenir du sportif, comme l'objectivent, en particulier, les scores fonctionnels [12]. Beaucoup plus fréquentes sont les douleurs de l'appareil extenseur. Il peut s'agir de douleurs de l'articulation fémoro-patellaire ou plus spécifiquement de douleurs tendineuses rotuliennes et plus rarement quadricipitales.

La symptomatologie qui se rattache à l'appareil extenseur varie en fonction des auteurs et se manifeste soit sous la forme de douleurs antérieures d'origine tendineuse ou fémoro-patellaire, soit sous la forme d'une symptomatologie fémoro-patellaire, plus gênante que douloureuse, à type de craquements (« patellofémoral crepitus ») ou de pseudo-blocages [28].

Et si les douleurs tendineuses sont vraisemblablement liées à la prise du greffon sur le tendon rotulien, les douleurs fémoro-patellaires ou plus largement les syndrome de type fémoro-patellaire seraient liés à de multiples facteurs [26].

Il existe 17% de douleurs tendineuses pour Otto à 5 ans [23], 29% pour Otero à 3 ans [22]. Marder retrouve 24% de douleurs antérieures après KJ à plus de 2 ans de l'intervention [17]. Pour Rubinstein, l'incidence des douleurs atteint 55% au décours de la première année [26].

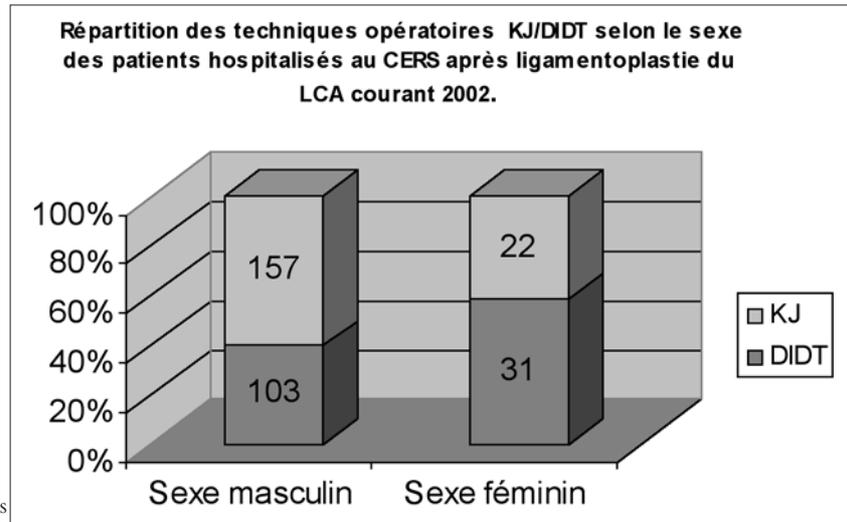
Burwell a évalué l'incidence des douleurs de l'appareil extenseur chez 74 patients à près de 3 ans en moyenne de l'intervention. 62% se plaignent de douleurs antérieures et 29% de craquements d'origine fémoro-patellaire. Cliniquement il existe des signes de la série fémoro-patellaire dans 47% des cas [5]. Le taux de douleurs antérieures durant l'activité est de 50% selon Rosenberg, sur une petite série de 10 sujets [25], contre 54% pour Kleipool, sur une série de 33 patients [13]. A contrario, les douleurs de l'appareil extenseur sont rares après ligamentoplastie type DIDT, technique chirurgicale à l'origine d'autres complications qui lui sont plus spécifiques [14].

L'essor des ligamentoplasties au Droit interne Demi-tendineux s'explique par des suites immédiates plus simples, liées, notamment, à l'épargne de l'appareil extenseur. Certaines équipes ont réalisé des études comparatives KJ versus DIDT pour évaluer notamment la morbidité touchant l'appareil extenseur. Celle-ci apparaît nettement moindre après plastie au DIDT. Corry met en évidence 55% de douleurs antérieures à 1 an et 31% à 2 ans après KJ versus 6% à 1 an et 2 ans après DIDT [6]. Pour Aune, la prévalence des douleurs antérieures est de 10.5% à 1 an après KJ (N=35) versus 8.8% après DIDT (N=37) [2]. Ce taux s'élève, à 2 ans, respectivement à 16,1% et 12.5%. Aglietti dénombre 17% de syndromes fémoro-patellaires (« crepitation ») après KJ versus 3% après DIDT [1]. Ruland retrouve 28% de douleurs antérieures après KJ versus 0% après DIDT et, respectivement, 61% de syndrome fémoro-patellaire versus 26% [27]. Pour Otero l'incidence du syndrome fémoro-patellaire est de 29% après KJ versus 19% [22]. L'existence d'un syndrome étiqueté comme fémoro-patellaire n'est pas forcément associée à une symptomatologie douloureuse et la manière dont celui-ci est apprécié par le clinicien peut expliquer la grande variabilité des chiffres avancés.

Järvelä s'est intéressé aux lésions arthrosiques radio-visibles de l'articulation fémoro-patellaire après ligamentoplastie au tendon rotulien. L'étude porte sur 100 patients avec un recul de 7 ans en moyenne. 53% sont indemnes de lésions arthrosiques fémoro-patellaires. 34 présentent des lésions légères, 12 de façon modérée et 1 de façon sévère. Le raccourcissement du tendon rotulien est d'autant plus marqué que l'arthrose fémoro-patellaire est étendue.

La ligamentoplastie au tendon rotulien demeure dans notre population de sportifs la technique encore la plus utilisée. Le rapport DIDT/KJ avec ou sans renfort externe est de 3 : 4 (ratio évalué sur 313 ligamentoplasties).

Certains chirurgiens qui maîtrisent les 2 techniques utilisent la plastie au transplant libre du tendon rotulien en première intention et réservent le DIDT aux sujets potentiellement susceptibles de présenter des douleurs de l'appareil extenseur [14, 1]. Il peut s'agir de sportifs de sexe féminin, habituellement plus sujets aux douleurs de l'appareil extenseur, et/ou de sportifs pour lesquels l'appareil extenseur est fortement sollicité par la pratique sportive. L'existence d'antécédents de douleurs de l'appareil extenseur peut également constituer une indication préférentielle au DIDT pour certains. Une autre indication est la reprise d'une rupture itérative du LCA initialement opérée par transplant libre au tendon rotulien. Il semble également, selon une statistique du CERS 2002 portant sur un total de 313 ligamentoplasties utilisant l'une ou l'autre technique avec ou sans renfort externe, que la technique DIDT soit préférée au KJ, par les chirurgiens prescripteurs au CERS, lorsque le sujet est de sexe féminin, puisque le rapport DIDT/KJ est de 3:2 dans le sexe féminin contre 2:3 dans le sexe masculin. Il est vrai que la pratique des sports à haut risque comme le rugby est plutôt l'apanage du sexe masculin, ce qui constitue déjà en soit une raison, tout au moins pour certains chirurgiens, pour privilégier le KJ sur le DIDT (graphique I).



Graphique I

Pour ce qui concerne les douleurs tendineuses de

l'appareil extenseur, il faut distinguer les douleurs post-opératoires, habituellement après KJ, des douleurs à distance évoluant dans le cadre d'une tendinopathie chronique.

Au stade de la chronicité, le traitement repose, avant tout, sur la mise en œuvre des mesures habituelles d'aménagement du programme d'athlétisation, sur l'utilisation d'AINS locaux ou per os, de soins physiques locaux associant glace, US. Les massages type MTP s'avèrent également efficaces. Ce traitement physique prépare au travail musculaire excentrique dont on connaît l'importance en matière de tendinopathie chronique [18, 19].

Depuis deux ans au CERS, le recours aux ondes de choc a donné, à court terme, la plus grande satisfaction pour le traitement des tendinopathies chroniques [21].

Si les ondes de choc s'avèrent efficaces à court terme, se pose la question du moyen et du long terme, plus difficile à évaluer dans la mesure où le suivi au CERS, à ce stade, se borne à une courte période de rééducation complémentaire, ne dépassant pas deux ou trois semaines maximum. D'où l'objet de cette étude destinée à évaluer les ondes de choc comme traitement des tendinopathies rotuliennes chroniques, évoluant depuis plus de 3 mois et séquelles d'une ligamentoplastie du LCA.

Matériel

Deux techniques de production d'ondes de choc s'opposent. Les ondes de choc extra-corporelles (Extra-corporelle Shock-Wave Therapy - ESWT) découlent des techniques de lithotripié en urologie. En 1991, cette technique a été utilisée pour le traitement des tendinites calcifiantes de l'épaule [16], puis les indications se sont élargies à d'autres tendinopathies [11]. Il s'agit en fait d'ultra-sons dont la fréquence est comprise entre 0.5 et 7.5 MHz et dont le faisceau est orienté sur la zone à traiter sous contrôle échographique, jusqu'à une profondeur de 11 cm.

A l'inverse des ondes de choc extra-corporelles qui sont produites sur la base de techniques sophistiquées et coûteuses, les ondes de choc radiales (Radial Shock Wave therapy - RSWT) sont générées par un procédé purement mécanique, directement au contact de la peau et s'épuisent rapidement sous la forme d'un gradient en forme de cône, à pointe en haut et d'une hauteur de 3 à 3.5 cm. Leur production résulte de la percussion du nez métallique d'un appareil à main par une bille d'acier, propulsée par de l'air comprimé. La séance d'onde de choc est caractérisée d'un point de vue pratique, par le nombre de coups délivrés, la fréquence et la pression de l'air comprimé, en sachant que l'énergie transmise aux tissu par le nez de l'appareil à main est d'autant moins élevée que la fréquence de percussion augmente. Par ailleurs, il existe 2 modèles de nez, celui de petite taille permettant de concentrer l'énergie délivrée sur la zone à traiter.

Les ondes de choc radiales ne nécessitent pas le recours à une échographie. La facilité d'usage est donc accrue et le coût du matériel est, en conséquence, nettement réduit.

Toutes ces raisons expliquent que les praticiens du CERS se soient tournés vers les ondes de choc radiales.

L'action locale des ondes de choc extracorporelles est d'abord mécanique. Il se produit une inflammation locale avec activation de la circulation et des processus de réparation tissulaire. Les ondes de choc radiales procèdent des mêmes mécanismes que celui des ondes de choc extra-corporelles avec des effets, en particulier lithotriptiques, moindres compte tenu de la plus faible quantité d'énergie transmise aux tissus.

Comme pour les ondes de choc extra-corporelles, l'antalgie qui apparaît, habituellement, dans les heures suivant la séance résulte notamment d'une libération locale d'endorphine et d'une probable stimulation de la réticulée avec activation du « système de contrôle inhibiteur diffus de la nociception » (CIDN), sous l'effet du stimulus hyper-algique que constitue la séance d'ondes de choc. En effet, certaines séances peuvent, dans notre expérience s'avérer particulièrement douloureuses, parfois à la limite du supportable. Mais compte tenu de la typologie de notre population et du bénéfice que retire le patient après la séance, il est exceptionnel que la poursuite du traitement soit refusée.

Population

L'étude porte sur 36 dossiers de sportifs ayant bénéficié d'une ligamentoplastie du LCA, quelque soit la technique et hospitalisés au CERS, à distance de l'intervention, le plus souvent en vue de préparer à la reprise du sport. Ces patients étaient tous porteurs, durant leur séjour, d'une tendinopathie rotulienne chronique qui a fait l'objet d'un traitement par ondes de choc radiales. C'est sur ce critère de traitement par ondes de

choc qu'a été sélectionnée la population.

La population des patients se répartit de la façon suivante. 17 sont de sexe féminin et 19 de sexe masculin.

Tous sont compétiteurs. Cinq sont de niveau international, 15 de niveau national, 8 de niveau régional, 5 sont professionnels, et pour 3 d'entre eux le niveau sportif n'est pas déterminé, mais est au moins régional.

Le type de sport pratiqué se répartit de la façon suivante :

- Rugby :	10 cas
- Ski :	6 cas
- Judo :	5 cas
- Athlétisme :	3 cas
- Football :	2 cas
- Handball :	2 cas
- Tennis :	1 cas
- Basket :	1 cas
- Volley :	1 cas
- Football américain :	1 cas
- Karaté :	1 cas
- Natation :	1 cas
- Escalade :	1 cas
- STAPS :	1 cas

Tous les patients ont été opérés dans le cadre d'une rupture du LCA, laquelle correspondait à une rupture itérative dans 3 cas. Dans 1 cas la rupture du LCA s'intégrait dans le cadre d'une pinstade avec des lésions neuro-vasculaires associées.

L'intervention a consisté dans 35 cas en la réalisation d'une plastie par transplant libre au tendon rotulien dont 6 avec plastie extra-articulaire au facia-lata associée, et dont 3 cas avec prise de greffon côté controlatéral. Dans 1 cas, il s'agissait d'une plastie au DIDT.

Le diagnostic de tendinopathie rotulienne s'est appuyé le plus souvent sur des arguments cliniques.

Méthode

Le traitement par ondes de choc radiales porte sur des sujets opérés d'une ligamentoplastie du LCA et admis au CERS, à distance de l'intervention, dans le cadre d'une rééducation complémentaire de courte durée n'excédant pas 2 ou 3 semaines. La durée de séjour conditionne le nombre de séances reçues, dans la mesure où le rythme du traitement s'effectue sur la base, grosso modo, d'une séance par semaine. Lors de chaque séance sont délivrés 2000 impacts à 4 Hz, à l'aide d'une tête de 1cm. Chaque séance a été précédée d'une évaluation de la douleur sur EVA (Echelle visuelle analogique où 0 représente l'absence de douleur et 10 la douleur maximale imaginable). Compte tenu du caractère douloureux du traitement, nous appliquons de la glace avant et après la séance.

Les sportifs ont été interrogés à distance de l'intervention, à J555 +/- 225, par questionnaire, pour connaître le devenir en terme de reprise du sport, le niveau de reprise du sport au moment de l'enquête (même niveau, baisse de niveau, changement de sport et arrêt de toute activité physique). Il a été demandé aux sportifs d'évaluer la récupération sur une échelle verbale numérique allant de 0 à 10 où 10 représente la récupération des capacités physiques antérieures à la blessure et 0 l'impossibilité de pratiquer du sport.

L'efficacité du traitement par ondes de choc a été évaluée à partir de l'appréciation du patient en lui demandant de répondre selon 3 items : « amélioration complète et durable », « amélioration partielle et durable », « aucune amélioration durable ». Par ailleurs nous avons étudié l'évolution du niveau douloureux en fonction de l'EVA et la responsabilité de douleurs résiduelles éventuelles sur la non reprise du sport, le cas échéant.

Il a été demandé aux patients de figurer la topographie de la douleur sur un schéma anatomique.

Résultats

35 patients ont été traités par ondes de choc pour tendinopathie rotulienne et 1 patient pour tendinopathie quadricipitale. La tendinopathie siègeait, bien entendu, du côté opéré, sauf dans 1 cas où le prélèvement du greffon a eu lieu sur le genou contrô-latéral mais la tendinopathie concernait paradoxalement le genou greffé.

Le traitement par ondes de choc est intervenu en moyenne à 222 jours +/- 112 de l'intervention.

Le niveau douloureux moyen avant la première séance d'ondes de choc est de 5,44 +/- 1,56 (EVA1). Il passe à 3,43 +/- 1,97 (EVA2) avant la deuxième séance que seuls 30 patients ont reçue. L'amélioration obtenue au décours de la première séance est significative (p < 0,0001).

L'EVA se maintient à 3,57 +/- 1,39 avant la troisième séance d'ondes de choc (EVA3) qui n'a été réalisée que chez 14 patients. L'amélioration obtenue entre la première et la troisième séance demeure significative (p = 0,0003).

Le taux de réponse au questionnaire est de 21/36 (58%). Quatre questionnaires nous ont été renvoyés par la poste en raison d'un changement d'adresse.

Sur les 21 réponses 18 ont repris le sport, 7 au niveau antérieur (33%), 12 avec baisse de niveau (57%). Un a changé de sport (5%) et un a arrêté le sport.

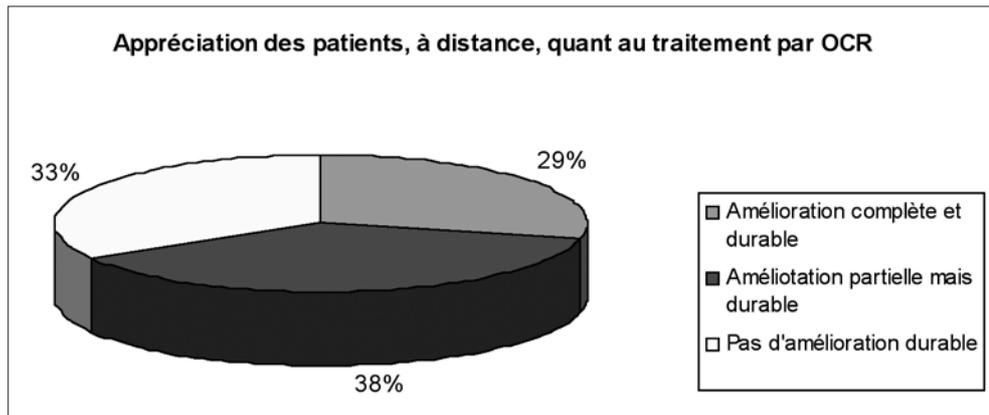
Les sportifs évaluent leur récupération à 7.09/10 +/- 2.26.

La douleur est évaluée à 3,40 +/- 2,6, au moment de l'enquête.

Le bénéfice entre le niveau douloureux avant l'application de la première séance d'ondes de choc (J+222 +/-112) et celui au moment de l'enquête (J+555 +/-225) demeure significatif ($p = 0,0005$). Au delà de la première séance, il n'existe plus de bénéfice significatif sur le niveau douloureux à distance.

Il n'existe pas de différence significative entre le niveau douloureux moyen entre les deux sexes tout au long de l'étude.

Concernant l'efficacité du traitement par ondes de choc 6 (28,5%) estiment avoir été complètement et durablement améliorés, 8 (38%) de façon partielle mais durable, 7 (33,5%) n'estiment pas avoir été améliorés de façon durable. En somme, l'amélioration qu'elle soit partielle ou complète concerne durablement 2/3 des patients (graphique II).



Graphique II

TABEAU I

- Nombre de cas : 36
- Age moyen : 23 +/- 3,8
- Répartition selon le sexe :
 - Sexe masculin : 19
 - Sexe féminin : 17
- Type de ligamentoplastie (avec ou sans renfort externe extra-articulaire)
 - Aux dépens de l'appareil extenseur : 35 cas dont 3 avec prise de greffon contro-latérale
 - Au Droit interne -Demi-tendineux : 1 cas
- Délai moyen intervention/ondes de choc : 222 jours +/- 112
- Recul au moment de l'enquête : J 555 +/- 225
- Taux de réponses au questionnaire : 21/36 (58%)

TABEAU II

- Niveau douloureux moyen :
 - Avant traitement : EVA = 5,44 +/- 1,56
 - Après première séance : EVA = 3,43 +/- 1,97 ($p < 0,0001$)
 - Au moment de l'enquête : EVA = 3,40 +/- 2,6 ($p = 0,0005$)
- Appréciation du patient :
 - « Amélioration complète et durable » : 6 (28,5%)
 - « Amélioration partielle mais durable » : 8 (38%)
 - « Pas d'amélioration durable » : 7 (33,5%)
- Reprise du sport : 18/21 (85%)
 - Niveau sportif au moment de l'enquête :
 - Niveau antérieur : 7 (33%)
 - Baisse de niveau : 12 (57%)
 - Changement de sport : 1 (5%)
 - Arrêt du sport : 1 (5%)
- Auto-évaluation : 7,09/10 +/- 2

Discussion

La prise de greffon aux dépens du tendon rotulien : un geste iatrogène pour l'appareil extenseur

Certaines études se sont intéressées à l'évolution du tendon rotulien restant après prélèvement pour reconstruction du pivot central du genou. Le tendon rotulien possède un potentiel de réparation intrinsèque après prélèvement du greffon. Les caractéristiques histologiques et les propriétés mécaniques du cal tendineux vont se moduler progressivement et s'adapter aux contraintes mécaniques auxquelles est soumis le tendon rotulien. Celui-ci va s'hypertrophier au décours de l'intervention. Après ligamentoplastie type MacIntosh aux dépens de l'appareil extenseur, Dupont a mis en évidence un élargissement post-opératoire conséquent du tendon rotulien de 45% chez l'homme et de 42% chez la femme, comparativement au tendon controlatéral, avec des variations pouvant aller de 24 à 100% d'augmentation dans les 6 premiers mois. Cet élargissement s'accompagne également d'un épaississement de 39% à 42%. A 18 mois de l'intervention certains tendons ont un élargissement encore de 60 à 70% supérieur au tendon controlatéral [10]. Pour Rosenberg, l'élargissement de l'aire du tendon rotulien mesuré au dessous du pôle inférieur de la rotule est plus modeste, de 25%. Quoiqu'il en soit, ce remaniement du tissu tendineux suggère la prudence dans la conduite de la rééducation qui requière l'exclusion des exercices trop contraignants pour le tendon rotulien pendant cette phase d'adaptation, où les propriétés mécaniques du tendon sont altérées et le module d'élasticité dramatiquement réduit encore 6 mois après l'intervention [25]. Néanmoins l'application de contraintes mécaniques modérées, par le jeu d'une rééducation précoce, permet au tendon rotulien de cicatriser dans les meilleures conditions en adaptant progressivement ses caractéristiques et ses propriétés histologiques et biomécaniques en fonction des impératifs fonctionnels.

Certains remaniements pathogènes secondaires de l'appareil extenseur peuvent être objectivés sur les clichés radiographiques. Sur une série de 66 patients à 35 mois d'une rupture du LCA opérée aux dépens de l'appareil extenseur, Lerat retrouve des calcifications dans la partie supérieure du tendon rotulien dans 47% des cas, dans le tendon quadricipital dans 24%, et en avant de la rotule dans 13%, la plupart des patients étant asymptomatiques. Il constate également une augmentation de la pointe de la rotule de 1,2 mm (NS) avec diminution de la longueur du tendon rotulien de 1,37 mm mais sans modification significative de la hauteur de la rotule [15].

Rosenberg retrouve, entre 12 et 24 mois après l'intervention, des remaniements de l'articulation fémoro-patellaire dans la moitié des cas avec soit un léger pincement de l'interligne, soit des constructions osseuses précoces (entésophytes et ostéophytes). Il existe également une diminution de la densité minérale osseuse de la rotule [24].

Ces remaniements dégénératifs de l'articulation fémoro-patellaires peuvent être favorisés par l'absence de récupération d'une extension complète avec pour conséquence une augmentation des contraintes articulaires rotuliennes. Or la non récupération de l'extension concerne plus volontiers les KJ plutôt que les DIDT.

Les douleurs de l'appareil extenseurs qui peuvent survenir au décours d'une ligamentoplastie ne sont pas exclusivement inhérentes à la prise du greffon sur le tendon rotulien et peuvent se rencontrer même après ligamentoplastie au DIDT, sous la forme essentiellement de douleurs fémoro-patellaires. A ce sujet, pour différencier les douleurs provenant du site donneur lui-même des douleurs de l'appareil extenseur inhérentes à la reconstruction du pivot central, Rubinstein a étudié l'incidence des douleurs après réparation du LCA au tendon rotulien prélevé sur le coté controlatéral. Il constate que les douleurs tendineuses sont directement liées à la prise de greffon tandis que les douleurs fémoro-patellaires sont multi-factorielles et davantage liées à la reconstruction du LCA [26]. Le diagnostic différentiel entre douleurs tendineuses et douleurs fémoro-patellaires n'est d'ailleurs pas toujours aisé à réaliser cliniquement et parfois le recours à un examen complémentaire à distance de l'intervention type échographie ou mieux, IRM est nécessaire pour étayer le diagnostic.

Le fait que le diagnostic clinique de tendinopathie rotulienne n'ait pas été fondé, dans notre étude, sur des critères iconographiques peut entraîner un diagnostic de tendinopathie par excès avec par conséquent une sous-estimation du bénéfice lié au traitement par ondes de choc radiales, dans la mesure où certaines douleurs d'origine fémoro-patellaire peuvent parfois prendre le masque erroné d'une tendinopathie rotulienne notamment d'insertion sur la rotule. Dans ce cas de figure, le traitement par ondes de choc ne peut que rester inopérant avec, pour conséquence, une sous-estimation du bénéfice au final, dans le cadre d'une telle étude.

Les douleurs de l'appareil extenseur inhérentes à la rééducation

Selon l'expérience du CERS, la survenue de douleurs de l'appareil extenseur au décours d'une ligamentoplastie aux dépens du tendon rotulien dépend pour beaucoup de la conduite de la rééducation qui suit l'intervention et, plus particulièrement, du mode de travail du quadriceps. Une étude réalisée au CERS en 1993 sur des sportifs ayant bénéficié d'une ligamentoplastie au tendon rotulien avait mis en exergue, sur 309 patients en post-opératoire, un taux de 20,9% de douleurs de l'appareil extenseur, lorsque la rééducation incluait des exercices en chaîne ouverte type TSI contre un taux de 6,5% sur 532 patients lorsque la rééducations se faisait exclusivement en chaîne fermée.

C'est la raison pour laquelle, nous insistons sur l'intérêt de bannir tout travail en chaîne ouverte durant les premières semaines suivant la ligamentoplastie afin de limiter l'incidence des douleurs de l'appareil extenseur aussi bien tendineuses que fémoro-patellaires. Certaines études biomécaniques ont, en effet, clairement montré que les contraintes fémoro-patellaires sont limitées lorsque le travail du quadriceps s'effectue en chaîne fermée entre 0 et 50°. Elles augmentent à contrario, lors du travail en chaîne ouverte, surtout dans les derniers degrés d'extension [20]. Quand n'est-il des contraintes sur le tendon rotulien en fonction de la nature du travail musculaire du quadriceps ? Il est licite de penser qu'elles diminuent lors du travail en chaîne fermée.

Il a été montré que les douleurs post-opératoires du tendon rotulien sont corrélées avec l'impossibilité d'élever le membre inférieur jambe tendue [4]. L'augmentation des douleurs lors de ce type d'exercice doit conduire à proposer d'autres exercices moins contraignants et mieux tolérés afin de ne pas auto-aggraver ou auto-entretenir la symptomatologie. Pour notre part nous avons exclu ce type d'exercice de nos protocoles de rééducation au décours des ligamentoplasties du LCA.

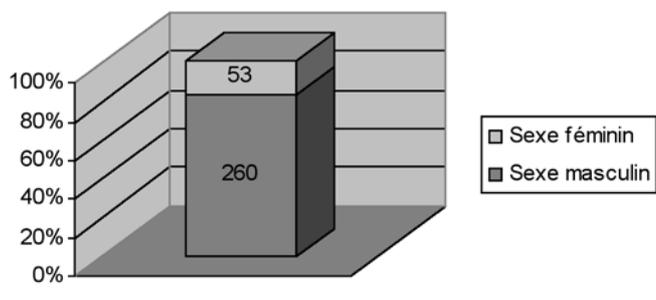
A distance de l'intervention, l'intérêt du travail excentrique dans la prise en charge des tendinopathies rotuliennes n'est plus discuté et est utilisé à partir de 4 mois _ en association avec les ondes de choc radiales. Il s'agit de 2 traitements qui se complètent et dont le bénéfice semble s'appuyer sur une synergie d'action.

Le rôle du sexe dans la survenue des douleurs de l'appareil extenseur

Après le type de greffon et le protocole de rééducation, le sexe féminin pourrait représenter un risque supplémentaire de douleurs de l'appareil extenseur en particulier d'origine tendineuse, puisque dans notre population près de la moitié des sujets (17/19) sont de sexe féminin alors que la proportion de filles hospitalisées au CERS au décours d'une instabilité antérieure opérée n'est que de 20.3% dans notre établissement (ratio mesuré sur 313 patients hospitalisés au CERS durant l'année 2002). Voir graphiques 3 et 4.

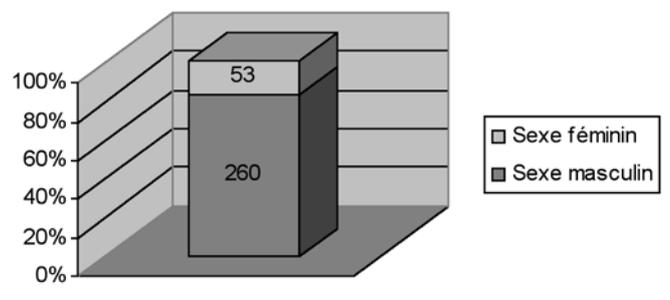
A l'encontre des données habituelles de la littérature, Barber-Westin, à 26 mois en moyenne de l'intervention, ne met pas en évidence de différence significative dans l'incidence des douleurs antérieures chroniques selon le sexe, même si le sexe féminin semble un peu plus exposé que le sexe masculin (5 femmes pour 1 homme), mais pas de façon significative) [3]

Répartition selon le sexe des patients admis au CERS après ligamentoplastie, premier semestre 2002 (N= 313)



Graphique III

Répartition selon le sexe des patients admis au CERS après ligamentoplastie, premier semestre 2002 (N= 313)



Graphique IV

L'intérêt des ondes de choc radiales dans la littérature comme traitement des tendinopathies

Peu d'études dans la littérature se rapportent directement au traitement par ondes de choc radiales des tendinopathies rotuliennes.

L'évaluation de l'efficacité, à court terme, des ondes de choc radiales a fait l'objet d'une étude préalable au CERS portant sur 19 dossiers de patients présentant une tendinopathie rotulienne dont 18 au décours d'un transplant libre au tendon rotulien. Les patients ont reçus 2,2 séances en moyenne, à raison d'une séance par semaine. Le niveau douloureux moyen était de 5 sur l'EVA avant le traitement et de 3 au terme de celui-ci. L'amélioration est donc de 40% avec 4 échecs dont 1 patient aggravé. Par ailleurs, sur 45 patients au total, ayant fait un séjour au CERS, toutes pathologies tendineuses confondues (coude, épaule cheville, genou), Middleton retrouve une amélioration moyenne de 45% avec 80% de patients améliorés et 20% d'échecs [21].

De Labareyre s'est intéressé au traitement, par ondes de choc, des tendinopathies des membres inférieurs. Sur 35 patients présentant une tendinopathie rotulienne 45,7 % des sujets traités se disent satisfaits du traitement à J45. Le pourcentage de sujets satisfaits est plus important en cas d'aponévrosite (62,2% N= 37) et d'enthésopathie des Ischio-jambiers (73% N =16) [7].

Le même auteur a réalisé une étude portant sur 43 cas de tendinopathies calcanéennes. Les patients ont été traités par ondes de choc radiales à raison de 3 séances en 15 jours ou 6 séances en 19 jours. Le pourcentage de patients satisfaits est de 68%. L'incidence de satisfaction est supérieur chez les patients qui ont bénéficié de plus de 3 séances. Aucun patient ne s'est jugé aggravé [9]. Lors d'une seconde étude portant sur une cohorte plus importante de 98 patients, le même auteur retrouve un taux de satisfaction de 74% en cas de tendinopathie corporelle (N = 93) et de 40% lorsqu'il s'agit d'une tendinopathie d'insertion (N = 5). Il semble, selon l'auteur, que les résultats optimum requièrent un nombre de séances compris entre 3 et 6 tout en admettant que des résultats intéressants peuvent aussi être obtenus, dans certains cas, avec un plus petit nombre de séances [8].

Conclusion

Cette étude met en exergue le rôle iatrogène de la ligamentoplastie du LCA par transplant libre au tendon rotulien pour l'appareil extenseur et plus particulièrement pour le tendon rotulien, dans la mesure où l'essentiel des tendinopathies rotuliennes séquellaires survient chez les sportifs opérés selon cette technique. Ceci n'enlève rien aux garanties qu'elle offre en terme de stabilité mécanique et fonctionnelle. Le sexe féminin semble plus exposé aux tendinopathies rotuliennes après KJ, puisqu'il représente près de la moitié des sujets qui ont été traités par ondes de choc radiales, mais ne représente que 20.3% de notre population admise au CERS au décours d'une ligamentoplastie du LCA.

Les ondes de choc radiales semblent constituer un traitement adjuvant efficace des douleurs tendineuses rotuliennes chroniques après ligamentoplastie du LCA, avec un bénéfice qui concerne à long terme 2/3 des patients traités dans cette étude. L'intérêt de ce traitement mérite d'être néanmoins confirmé par des études portant sur un plus large échantillon de sujets, sélectionnés sur la base de critères plus strictes de façon à exclure les douleurs mixtes de l'appareil extenseur.

Bibliographie

- 1 - Agletti P, Buzzi R, Zacherotti G, De Biase P. Patellar tendon versus doubled semitendinosus and gracilis tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1994 ; 22 : 211-8.
- 2 - Aune AK, Holm I, Risberg MA, Krogstad Jensen H, Steen H. Four-strand hamstring tendon autograft compared with patellar tendon-bone autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2001 ; 29 : 722-8
- 3 - Barber-Westin SD, Noyes FR, Andrews M. A rigorous between the sexes of results and complications after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1997 ; 25 : 514-26
- 4 - Brown DW, Curry CM, Ruterbories LM, Avery FL, Anson PS. Evaluation for pain after arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1997 ; 25 : 182-6.
- 5 - Burwell JMR, Davies AJ, Album RL. Anterior knee symptoms after reconstruction of the anterior cruciate ligament using patellar tendon as a graft. *The Knee* 1998 ; 5 : 245-8.
- 6 - Corry IS, Webb JM, Clingeleffer AJ, Pinczewski LA. Arthroscopic of patellar tendon autograft and four-strand Hamstring tendon autograft. *Am J Sports Med* 1999 ; 27 : 444-54.
- 7 - Labareyre, H. (de) et G. Saillant: Évaluation de l'efficacité des traitements par ondes de choc radiales sur les tendinopathies du membre inférieur chez le sportif, *Le Spécialiste en Médecine du Sport* 2000 ; 28 : 34-40
- 8 - De Labareyre, Saillant G. A propos de 98 cas de tendinopathies calcanéennes traitées par ondes de choc radiales. 4ème congrès de Traumatologie du Sport de la Guadeloupe ; 2002 Mars 7-9, Guadeloupe.
- 9 - De Labareyre, Saillant. Tendinopathies calcanéennes. Formes cliniques et évaluation de l'efficacité du traitement par ondes de choc radiales. *J. Traumatol. Sport* 2001 ; 18 : 59-69.
- 10 - Dupont JY, Bellier G, Houles JP, Texier J, Texier P, Menat-Dupont D. Evolution du tendon rotulien restant après prélèvement pour reconstruction ligamentaire du genou. Etude par échographie scanner et biopsies. *J Traumatolol Sport* 1993 ; 10 : 83-101.
- 11 - Gremion G, Augros R, Gobelet Ch, Leyvratz PE Efficacité de la thérapie par ondes de choc extra-corporelles dans les tendinopathies rebelles. *J. Traumatol. Sport* 1999 ; 16 : 117-121.
- 12 - Järvelä T, Paakkala T, Kannus P, Järvinen M. The incidence of patellofemoral osteoarthritis and associated findings 7 years after anterior cruciate ligament reconstruction with bone-patellar tendon-bone autograft. *Am J Sports Med* 2001 ; 29 : 18-24.
- 13 - Kleipool AE, Loon TV, Marti RK. Pain after use of the central third of the patellar tendon for cruciate ligament reconstruction. *Acta orthop Scand* 1994 ; 65 : 62-6.
- 14 - Larson RV, Ericksen D. Complications in the use of hamstring tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. *Sports Med Arthro Rev* 1997 ; 5 : 83-90.
- 15 - Lerat JL, Besse JL, Vincent p, Bontemps S, Limouzy F, Moyon B, Brunet-Guedj E. Les séquelles survenant au niveau du système extenseur, après le prélèvement d'un transplant pour intervention de type «Mac in Jones ». *Rev Chir Ortho* 1995 ; 81 : 404-9.
- 16 - Loew M, Daecke W, Kusnierczak D, Rahmzadeh M, Ewerbeck. Shock-wave therapy is effective for chronic calcifying tendinitis of the shoulder. *J Bone Joint Surg*, 1999 ; 81 : 863-7
- 17 - Marder RA, Raskind JR, Carroll M. Prospective evaluation of arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction. Patellar tendon versus semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sports Med* 1991 ; 19 : 476-84
- 18 - Middleton P, Puig PLP, Trouve P, Savalli L. Le travail musculaire excentrique. *J. Traumatol. Sport* 2000 ; 17 : 93-102.
- 19 - Middleton P, Puig PLP, Trouve P, Roulland R. Le travail excentrique sur machine isocinétique. *J. Traumatol. Sport* 1995 ; 10 : 132-6.
- 20 - Middleton P, Puig PLP, Trouve P. Rééduquer un genou : contraintes et réalités. *Sport Med* 1997 ; 89 : 30-4.
- 21 - Middleton P, Savalli L, Puig P, Trouve P. Traitement par ondes de choc. L'expérience du CERS. *Médecine Physique et de Réadaptation La Lettre* 2000 ; 57 : 23-4.
- 22 - Otero AL, Hutcheson L. A comparison of the doubled semitendinosus / Gracilis and central third of the patellar tendon autografts in arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1993 ; 9 : 143-8.
- 23 - Otto D, Pinczewski LA, Clingeleffer A, Odell R. Five year results of single-incision arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft. *Am J Sports Med* 1998 ; 26 : 181-8.
- 24 - Pereira MT, Adhikari AR. Patellar tendon injury following anterior cruciate reconstruction. *Knee* 1999 . 6 : 285-7.
- 25 - Rosenberg TD, Franklin JL, Baldwin GN, Nelson KA. Extensor mechanism function after patellar tendon graft harvest for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1992 ; 20 : 519-26
- 26 - Rubinstein RA, Shelbourne K D, VanMeter CD, McCarroll JC, Rettig AC. Isolated autogenous bone-patellar tendon-bone graft site morbidity. *Am J Sports Med* 1994 ; 22 : 519-526
- 27 - Ruland CM, Friedman MJ, Kollias SL, Foxi JM. Arthroscopic reconstruction of isolated ACL tears : a comparison of the patellar tendon and the double-loop semitendinosus /gracilis autografts. *Proc. AANA. Washington* 1996 ; 77 - B(6) : 901-5.
- 28 - Stapleton TR. Complications in anterior cruciate ligament reconstructions with patellar tendon grafts. *Sports Med Arthro Rev* 1997 ; 5 : 156-162.

EVALUATION DES TRAITEMENTS PAR ONDES DE CHOC EXTRA-CORPORELLES DANS LES DOULEURS DE L'APPAREIL LOCOMOTEUR

M. GENTY*, D. SCHMIDT**, A.M.P.A.***

Depuis 3 ans, il est envisageable d'utiliser les ondes de choc comme traitement pour les pathologies ab-articulaires rencontrées en Médecine du Sport ou en Médecine Physique. Un essai ouvert sur un an a été réalisé pour tester l'efficacité antalgique de ce type d'appareil.

Il y a 20 ans, l'apparition des lithotripteurs et leur onde de choc (ODC) ont permis un traitement non-invasif des lithiases. Les années 90 ont vu les premières applications sur l'ostéogénèse [8] la consolidation chez l'animal [11] et leur application sur des modèles de pseudarthrose [9, 22], retard de consolidation en créant des microlésions osseuses et fibreuses dans le but de réactiver un processus de cicatrisation.

Deux types de machines dites d'ondes de choc extra-corporelles (Extra-corporel Shock Wave Therapy ou ESWT) sont à la disposition des praticiens.

- Les premières délivrent des ODC de haute énergie jusqu'à 11 cm de profondeur par un mécanisme piézo-électrique (Piezosan®, Orthospec®) le plus souvent couplé à un échographe.

- Des appareils ODC de plus faible énergie sur une zone moins profonde (3 cm). L'appareil utilisé pour ce travail est de ce type et produit des ODC radiales (Radial Shock Waves Therapy ou RSWT) d'origine pneumatique via un compresseur d'air.

Trois mécanismes d'action

Les explications physiologiques en sont au stade d'hypothèses :

- La théorie chimique qui envisage la libération d'endorphines, réduisant le seuil de sensibilité locale de la douleur ou de substances inhibitrices de la douleur, en raison d'une diminution de la douleur durant et après la séance.

- La théorie du "gate control".

- Une théorie mécanique au travers d'une action défibrosante en reproduisant un effet de massage transverse profond, destruction des cellules à l'origine de la douleur, une néo-vascularisation a été retrouvée dans un modèle animal chez le chien à la jonction os-tendon [26], une hypervascularisation locale après une séance d'ESWT sur la coiffe des rotateurs a été montrée en échodoppler [15].

Objectifs

Un essai ouvert se proposant de tester l'efficacité antalgique et la tolérance de la thérapie par ODC extra-corporelles radiales dans le cadre des pathologies ab-articulaires rencontrées en Médecine du Sport ou en Rééducation a été réalisé durant les années 2000-2001.

Méthode et Matériel

- **Critères d'inclusion :** les patients sont informés qu'ils rentrent dans un protocole d'évaluation de traitement, sans traitement placebo, avec la liberté de quitter ce protocole. Aucun autre traitement ne doit être entrepris ou suivi en parallèle : infiltrations, traitement médicamenteux, masso-kinésithérapie. Les activités sportives seront poursuivies dans la limite de leur tolérance, le cas échéant.

- **Respect des contre-indications :** grossesse, pathologie nerveuse ou vasculaire, infection locale, tumeur, troubles de la coagulation outretraitement anticoagulant.

Modalités de traitement

La série a débuté uniquement avec des pathologies chroniques et secondairement été élargie à des cas aigus en raison de la tolérance et de la demande des patients.

Pathologie Chronique (supérieure à 6 mois)

La tête de l'appareil ODC est appliquée localement à un rythme d'une séance par semaine, avec une fréquence initiale de 10 Hz et un nombre de 2000 coups par séance, la pression fournie par le compresseur est de 2 ou 3 bars. L'embout large est préféré et appliqué en raison d'une meilleure tolérance cutanée tout en exerçant la pression maximale tolérée par le patient. La zone de percussion est réduite au minimum. Un gel neutre d'interface est utilisé. Aucune anesthésie n'a été réalisée dans cette série. La position coude fléchi a été utilisée pour les épicondylites du fait d'une meilleure tolérance. Pour la tendinopathie d'Achille l'application est latérale au tendon avec un contre-appui manuel.

Pathologie Aiguë (de 0 à 6 semaines)

Dans cette série, quelques sportifs de haut niveau ont été intégrés, à un rythme plus fréquent de 2 à 3 séances par semaine.

Mode d'évaluation de l'action antalgique :

- **Subjectif :** par le patient à l'aide de l'échelle visuelle analogique (E.V.A.) de Huskinson avant la séance, en cours de séances et 10 minutes après la séance.

- **Objectif :** par le thérapeute par le réveil de la douleur à la palpation ou à la mise en tension du tendon lors de mouvements contre résistance.

Mode d'évaluation de la tolérance :

Lors de chaque séance par l'évaluation de la douleur, la recherche de lésions cutanées ou sous-cutanées (ecchymose), la recherche d'effets secondaires pendant les jours suivant la séance.

Population

63 patients (31 femmes/32 hommes), 65 dossiers (un cas bilatéral, une récurrence) 63,6 % de sédentaires, 36,4 % de sportifs.

Age moyen : 43 ans (min : 15 ans-max : 69 ans). Seuls 62 dossiers seront exploitables (3 perdus de vue).

Classification des atteintes : Tendinopathies : Epicondylites : 30 ; Sus-épineux : 6 ; Rotuliennes : 6 ; Achilléennes : 7 ; Ischio-jambiers : 1 ; Ligamentite du LLI du genou : 1 ; Enthésite épine calcanéenne : 7 ; Aponévrosite plantaire : 15.

Type de douleurs : Chronique (supérieure à 6 mois) dans 88 % des cas ; - aiguë (de 0 et 6 semaines) : 12 % des cas.

Classification des résultats : Réussite = disparition totale de la douleur à l'EVA ; Amélioration = diminution de la douleur d'au moins 50 % ; Echec = diminution inférieure à 50 % de la douleur, ou aggravation de la douleur.

Pathologie chronique

Epicondylites :

30 dossiers, population en majorité sédentaire (12/30), sportifs (tennis, badminton : 10/30), actifs (bricolage, jardinage : 8/10).

Réussites : 14 ; Améliorations : 6 ; Echecs : 10.

Nombre moyen de séances : 2,6 (1-6)

Incidents rencontrés : 6 hyperalgies et 11 de type cutané : une coupure, une dermabrasion, 4 érythèmes, 5 hématomes ; La coupure est survenue chez une personne âgée présentant une peau de mauvaise qualité ; La dermabrasion est probablement liée à une pression trop forte lors de l'application de l'appareil sur une peau âgée.

Le protocole retenu est une fréquence à 4 Hz, une pression à 2 bars, le nombre de coups moyen est 2000 en sachant que sur certains patients, la première séance est limitée à 1200 ou 1500 coups en raison d'une tolérance difficile.

Atteinte du sus-épineux :

La population comportait 3 sportifs pour 3 travailleurs.

Réussites : 3 ; Améliorations : 2 ; Echec : 1.

Incidents : Hyperalgie : 1 ; Erythème : 1

Le protocole comportait 2000 coups, 2 atmosphères, à 8 ou 10 Hz ; Nombre moyen de séances : 4.

Aponévrosite plantaire :

Onze dossiers : sédentaires : 7 ; sportifs : 4 (3 coureurs à pied, 1 tennisman).

Réussites : 7 ; Echecs : 4.

Nombre moyen de séances : 4 (2-6) ; Le protocole utilisé : 2000 coups, 2 atmosphères, à 9 ou 10 Hz.

Pas d'incident rapporté, mais il faut signaler que, chez deux personnes âgées, la disparition des douleurs de l'aponévrosite a démasqué des douleurs d'origine arthrosique du pied.

Epine Calcanéenne :

Sept dossiers : 6 sédentaires, 1 sportif (football).

Réussites : 7

Nombre moyen de séances : 5 (5-10). Le protocole comporte : 2000 coups, 2 atmosphères, 10 Hz.

Aucun incident.

Tendinopathie d'Achille :

Cinq dossiers : 5 sportifs (course à pied, football, tennis, gymnastique).

Réussites : 3 ; Echecs : 2 (insertion basse). Nombre moyen de séances : 3 (1-6).

Incidents : 2 ; Un hématome, un œdème du tendon associé à une hyperalgie chez une jeune fille de 15 ans. Ce dernier incident interroge sur une éventuelle contre-indication liée à l'âge.

Protocole : 2000 coups, 2 bars, 8 ou 10 Hz.

Tendinopathie rotulienne :

Deux dossiers : 2 sportifs ; Guérisons : 2

Nombre moyen de séances : 2

Protocole : 2000 coups, 2 atmosphères, 4 Hz.

Aucun incident.

Tendinopathie des Ischio-jambiers :

Un dossier : 1 sportif (course à pied : cross)

Résultat : guérison

Nombre moyen de séances : 3.

Protocole : 2000 coups, 2 atmosphères, 10 Hz.

Pathologie aiguë

La série est plus courte car elle n'a concerné que des sportifs de haut niveau : footballeurs professionnels, basketteurs professionnels, professeur de danse, championne d'athlétisme.

Protocole : 2 ou 3 séances/semaine, poursuite de l'entraînement, soins de physiothérapie poursuivis.

Aponévrosite plantaire :

4 dossiers ; Athlétisme et basket ; Réussites : 2 ; Echecs : 2.

Tendinopathie d'Achille :

2 dossiers ; Footballeur, danseuse ; Réussite : 1 ; Echec : 1 (bursite associée).

Tendinite rotulienne :

2 dossiers ; Footballeurs ; Réussites : 2.

Ligamentite du LLI du genou :

1 dossier ; Footballeur ; Echec : 1

Tableau n° 1 : Résultats : récapitulatif

	Nombre de dossiers	Guérison nombre / pourcentage	Nombre moyen de séances	Nombre de coups	Pression (bars)	Fréquence (Hz)
Pathologie chronique : 62 dossiers						
Epicondylite	30	20 / 66%	2,7	1200 / 2000	3-2	9-4
Sus-épineux	6	5 / 83%	3,5	2000	2	5-8-10
Aponévrosite plantaire	11	7 / 63%	4	2000	3-2	9-10
Epine calcanéenne	7	7 / 100%	5	2000	3-2	9-10
Tendinite d'Achille	5	3 / 66%	3	2000	3-2	8-9-10
Tendinite rotulienne	2	2 / 100%	2	2000	2	9-10
Tendinite Ischio-Jambiers	1	1 / 100%	3	2000	3	4
Pathologie aiguë : 9 dossiers						
Aponévrosite plantaire	4	2 / 50%	4	2000	2	10
Tendinite d'Achille	2	1 / 50%	4	2000	2	10
Tendinite rotulienne	2	2 / 100%	4	2000	2	10
Ligament latéral interne	1	0 / 0%	4	2000	2	4

Discussion

Tolérance : douleur pendant la séance :

C'est un traitement douloureux durant la séance [7].

Sur une population de 27 dossiers (âge moyen : 41,3 ans, 13 femmes - 14 hommes, 52 % sportifs tout-venant) la tolérance douloureuse de 18 séances a été étudiée par E.V.A. avant, pendant et 10 minutes après la séance.

E.V.A. initiale : 31,4 mm,

E.V.A. durant la séance : 71,2 mm, soit une augmentation de la douleur de 126 %.

E.V.A. à 10 minutes : 7,5 mm soit une diminution de 60 % par rapport à l'E.V.A. initiale.

Le traitement est d'autant mieux accepté que le patient est prévenu de l'augmentation des douleurs pendant la séance et qu'une recrudescence de ces douleurs est possible dans les 24 heures qui suivent.

Il est de plus en plus proposé des anesthésiques locaux, en injection ou en patch, avant la séance.

Tolérance : douleur à distance de la séance :

Dans la série où la première séance a été à l'origine d'une majoration de la douleur pendant les 24 heures suivantes, dans les pathologies chroniques, on retrouve :

Epicondylite : 6 cas

Sus-épineux : 1 cas

Tendon Achille : 1 cas (adolescente).

Soit 8 séances sur un total de 215 séances réalisées : 3,7 %

En aucun cas, (patients perdus de vue exclus) cette hyperalgie secondaire n'a entraîné l'arrêt du traitement, mais une adaptation des paramètres.

Tolérance cutanée :

Du fait des microtraumatismes répétés on peut être amené à observer des effets secondaires cutanés : 6 hématomes, 5 érythèmes, 1 dermabrasion, 1 coupure, 1 œdème :

Ces effets sont plus fréquents lorsque l'épaisseur des tissus mous sous la tête de l'appareil, est moindre : épicondyle, tendon achilléen.

Il est recommandé d'appliquer de la glace en cas d'apparition d'un hématome ou d'un œdème.

La coupure et la dermabrasion ont conduit à reporter d'une semaine les séances et à diminuer la pression d'application.

Efficacité antalgique :

Ancienneté des symptômes : il n'y a pas d'influence de l'ancienneté de la pathologie sur la qualité des résultats. Dans les bons résultats, la durée moyenne des troubles est de 13,7 mois, alors qu'elle est de 12,4 mois pour les échecs.

Le nombre de séances :

- en cas d'absence de résultat, le traitement s'est limité à 3 séances.

- la majeure partie des patients est soulagée entre 3 et 6 séances.

- la satisfaction du patient peut être obtenue à partir de deux séances, mais peut aussi nécessiter jusqu'à dix séances...

Revue de littérature

La littérature est riche et l'on trouve des résultats très variables d'une série à l'autre pour une même pathologie, mais tous les auteurs n'ont pas utilisé le même type de machine ni les mêmes protocoles thérapeutiques (tableau n° 2).

Perspectives

L'évolution de la pratique s'est faite vers un affinement des protocoles :

- quatre à cinq séances réparties sur 2 semaines en pathologie aiguë ou chronique ;

- la fréquence varie de 4 à 15 Hz ;

- et la pression du compresseur, de 1,8 à 2,5 bars, selon la pathologie.

Tableau n° 2 : Analyse des résultats retrouvés dans la littérature

Taux de résultat (en %)	Epicondylite	Sus-épineux	Aponévrosite plantaire	Epine calcanéenne	Tendon d'Achille	Tendon rotulien
HAUPT * (10)	95		88	73		
PEERS (15)		80				
ROMPE (17)			72			
ROMPE (18)		83				
LOHRER * (12)			64			
MIDDLETON * (14)	55	68			58	60
FROHLICH * (6)					70	70
SCHOLL (21)	53		64			
SAVALLI * (19)						66
MAIER (13)			75			
BRUNET-GUEDJ * (1)					75	
EBENBICHER (5)		42				
De LABAREYRE * (3)					68	
WANG (25)		60,6				
DIESCH * (10)				81		

* = Ondes de choc radiales

De nouvelles indications [16, 19, 23, 24] ont été proposées :

- périostite tibiale,
- séquelle de déchirure musculaire,
- douleur de plastie de tendon rotulien,
- peignage tendineux
- para-ostéo-arthropathie,
- ostéonécrose aseptique de la tête fémorale,
- et la pathologie aiguë est prise en charge, sans les restrictions préconisées initialement.

Bibliographie

- [1] Brunet-Guedj E. et al. - Traitements des tendinopathies chroniques par ondes de choc radiales. J Traumatol Sport 2002; 19 : 239-243. — [2] de Labareyre H., Saillant G. - Tendinopathies calcaneennes : formes cliniques et évaluation de l'efficacité du traitement par ondes de choc radiales. J. Traumatol. Sport 2001, 18, 59-69. — [3] de Labareyre H. et al. A propos du traitement par ondes de choc radiales sur les tendinopathies calcaneennes. J. Traumatol Sport 2002; 19 : 244-246. — [4] Diesch R. et al. - Conventional versus ballistic extra corporeal shock wave for the treatment of calcaneal spur. 2e Congrès de la Société Européenne des traitements par onde de choc sur l'appareil locomoteur, Londres, mai 1999. — [5] Ebenbicher R. et al. - N. Engl J Med 1999; 340 : 1533-1538. — [6] Frölich T., Haupt G. - Successful therapy of tennis elbow and calcaneal spur by ballistic shock-wave: A prospective, randomized, placebo-controlled multi center-study. 10e Congrès Européen de médecine du sport, Innsbruck, septembre 1999. — [7] Genty M., Benard V. - Résultat et tolérance de la thérapie par onde de choc radiale en pathologie abarticulaire. Poster. 15e congrès SOFMER Caen 2000. — [8] Graff J. et al. - Effect of high energy shock waves on bony tissue. Urol. Res., 1988, 16: 252. — [9] Haist J. et al. - The extracorporeal shockwave therapy in the treatment of disturbed bone union 1992 7th Int. conference on biomedical Engineering Singapore: 222-224. — [10] Haupt G. et al. - A new cost-effective treatment for calcaneal spur and tennis elbow; ballistic extracorporeal shock-wave therapy. 2e Congrès de la Société Européenne des traitements par onde de choc sur l'appareil locomoteur, Londres, mai 1999.
- [11] Johannes E.J. et al. - High-energy shock waves for the treatment of non unions: an experiment on dogs. J. Surg. Res., 1994, 57: 246-252. — [12] Lohrer H. et al. - Prospektive multizentrische und placebo kontrollierte Studie zur behandlung der facititis plantaris. Compte rendu du 14e congrès germano-austro-helvetique. J Traumatol Sport. 2000, 17 (1) : 55. — [13] Maier M. et al. - Extra corporeal shock wave application for chronic plantar fasciitis associated with heel spurs: prediction of outcome by magnetic resonance imaging. J Rheumatol. 2000, 27: 2455-2462. — [14] Middleton P., Savalli L. - Traitement par ondes de choc, l'expérience du CERS. Médecine Physique & de Réadaptation la Lettre 2000,(4) : 22. — [15] Peers K. et al. - Power doppler sonography measurement of tendon vascularity after ESWT. Muskuloskeletal Stowellentherapie, mainz, mars, 2001. — [16] Rapp S.M. - ESWT studies show promise for avascular necrosis, rotator cuff calcifications. International Edition Orthopaedics to day. 1999, 2 (6): 44-46. — [17] Rompe J.D. et al. - Shock Wave application for chronic plantar fasciitis in running athletes. A prospective, randomized, placebo-controlled trial Am J Sports Med 2003, 31(2) : 268-275. — [18] Rompe J.D. et al. - Shock wave therapy versus conventional surgery in the treatment of calcifying tendinitis of the shoulder. Clin Orthop 2001, 387: 72-82. — [19] Savalli L. et al. - Utilisation des ondes de choc radiales pour le traitement des tendinopathies rotuliennes chroniques après ligamentoplastie du ligament croisé antérieur. Annales de réadaptation et de médecine physique. 2003, 46: 448-451. — [20] Scholl J. - Radial extracorporeal shock-wave therapy for insertion tendinopathies. Int J Sport Med. 1999, 50 D-067, 106.
- [21] Scholl J. et al. - Successful therapy of insertional tendinopathy of the Elbow and the Heel by a new nonfocussed shock wave device - a prospective, randomized, blind study. EFORT 4e congrès Brussels 1999. — [22] Schlerberger R., Senge T. - Non invasive treatment of long bone pseudarthrosis by shock waves (ESWL). Arch. Orthop. Trauma. Surg., 1992, 111: 224-227. — [23] Tassery F., Allaire T. - Intérêt des ondes de choc radiales dans le suivi d'une équipe de basket de haut niveau. 40e Congrès Médical FFB Le Havre 2003. — [24] Vannini A. et al. - Shock wave therapy in paraosteotendinopathies. Muscular shock wave therapy. Greenwich Media Ltd. Ed London 2000, 265-270. — [25] Wang C.J. et al. - Shock wave therapy for calcific tendinitis of the shoulder. A prospective study with two years follow-up. Am. J. Sport. Med. 2003, 31 (3) : 425-430. — [26] Wang C.J. et al. - Shock wave - enhanced neovascularization at the tendon-bone junction. An experiment in dogs. J Foot Ankle Surg. 2002, 41: 16-22.

TRAITEMENT DES TENDINOPATHIES AVEC LES ONDES DE CHOC RADIALES CHEZ LES SPORTIFS

C. COBIAN*, J. GONZÁLEZ**, X. PEIRAU***, F. BIOSCA****



Le tendon c'est une structure solide, élastique et résistante qui habituellement est lésée par l'apparition des plusieurs surcharges pendant la pratique du sport. Il s'agit d'une pathologie très fréquente chez le sportif avec une incidence majeure chez les sportifs de haut niveau.

La lésion sur le tendon peut survenir sur la zone d'insertion avec l'os (entéropathie), sur le corps du tendon (tendinite), sur le péri-tendon (péritendinite) et on peut voire aussi la rupture du tendon quand il s'agit d'un tendon très dégénéré. Actuellement nous croyons plus correcte l'utilisation du mot "tendinose" que le mot "tendinite", donc on a vu que ce qui c'est passé vraiment sur un tendon lésé c'est un processus dégénératif avec l'augmentation de la vascularisation et pas un processus inflammatoire.

Le traitement non-chirurgical des lésions tendineuses est clairement établi. On utilise plusieurs techniques mais c'est surtout l'arrêt sportif la base du traitement. Nous ne pouvons pas traiter d'une façon correcte un tendon blessé si on ne lui permet pas de se reposer.

Le traitement pharmacologique avec des AINS, le traitement physiothérapique avec l'électrothérapie, les étirements et les massages, et le traitement avec des infiltrations péri-tendineuses de corticoïdes peuvent nous donner des bons résultats. Mais il ne faut pas oublier que les ruptures tendineuses et les tendinopathies chroniques dégénératives ont besoin habituellement d'un traitement chirurgical.

Actuellement on est en train de faire la recherche sur des nouvelles possibilités pour le traitement conservateur des lésions tendineuses. Une de ces nouvelles techniques c'est l'application des ondes de choc radiales sur la zone de lésion. Il existe deux types très différentiels d'application des ondes de choc: les ondes de choc extracorporelles et les ondes de choc radiales.

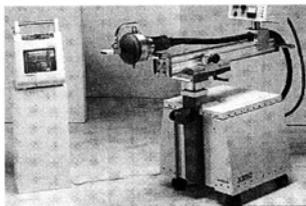


Fig. 2: Ondes de choc extracorporelles



Fig. 3: Ondes de choc radiales

Les "ondes de choc extracorporelles" sont des ondes électromagnétiques qui sont appliquées par des appareils sophistiqués très chers et lesquels ont en plus un appareil d'échographie pour préciser l'endroit d'application des ondes.

Les "ondes de choc radiales" sont des ondes de basse fréquence impulsées d'une façon radiale et répétitive sur une zone déterminée avec l'intention de produire un effet thérapeutique, c'est-à-dire une augmentation du métabolisme à la zone d'application et la diminution de la sensibilité à la douleur.

Nous avons fait notre étude avec l'application des ondes de choc radiales et on a regardé les changements structurels du tendon avec un appareil d'échographie portable.

Système d'application

Nous avons utilisé dans notre étude l'appareil Swiss Dolorclast (EMS) qui est constitué par un compresseur, une unité de contrôle et une manche d'application.

Le compresseur est une source d'air comprimé d'où on provoque les ondes de choc, lesquelles postérieurement on va appliquer.

L'unité de contrôle s'occupe du contrôle de nombre de coups, c'est-à-dire le nombre d'ondes de choc qu'on va appliquer (1500 - 2000), la fréquence de travail (5-10 Hz.) et les pressions d'application (2 - 2,5 bars).

La durée de chaque session est de 5 à 10 minutes selon le nombre de coups et de la fréquence d'application. Le nombre de séances entre 3 et 6 avec un intervalle entre les séances de 5 - 10 jours.

On place la manche d'application sur la surface de la peau qu'on va traiter. Dans quelques cas l'application peut être un peu douloureuse, on pourrait injecter alors un anesthésique local sur la zone d'application.

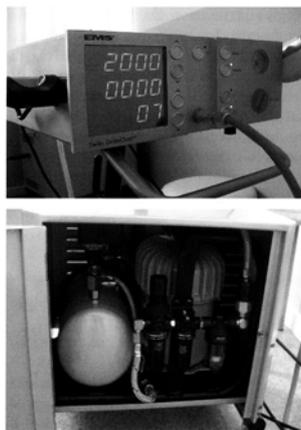


Fig. 4: Unité de contrôle
Fig. 5: Compresseur
Fig. 6: Manche d'application

Effets des ondes de choc radiales

À court terme

Il se produit une importante diminution de la sensibilité à la douleur. Quelques auteurs justifient ces faits par une libération d'endorphines qui provoquent l'inhibition des terminaisons nerveuses. D'autres auteurs parlent de la libération des substances qui empêchent de produire stimulus douloureux par la destruction des terminaisons nerveuses. Et peut-être la véritable raison est la stimulation de fibres afférentes cutanées des nerfs périphériques qui empêchent la transmission d'impulsions douloureuses au niveau de la corne postérieure de la moelle épinière (*Théorie du Gate Control*).

À long terme

Il va se produire la création d'une nouvelle zone de vascularisation de la zone traitée. Quelques travaux nous parlent de la disparition de calcifications intra-tendineuses. Dans notre étude nous avons vu quelques cas, mais malgré tout nous ne pouvons pas affirmer que cela se passe toujours.

Indications médicales

Les ondes de choc radiales ont une claire indication thérapeutique dans quelques tendinopathies chroniques. Il y a des études faites par P. Middleton, M. Genty, Haupt-Lohrer, E. Pondal, F. Esparza, J.L. Martinez dans lesquels sont trouvés des résultats pareils dans des tendinopathies aiguës et chroniques.

Les études que nous avons faites nous montrent que l'utilisation des ondes de choc radiales peut produire plus de mal que de bien dans les cas de myosite ossifiante et les lésions de stress; malgré qu'on trouve de bons résultats dans les pseudarthroses. Les pathologies sur lesquelles l'application des ondes choc radiales est indiquée:

- Épaule: Tendinopathies suprapinatus, tendinopathies biceps,
- Coude: Epicondylite, épitrochléite,
- Genou: Tendinopathie rotulienne,
- Chevilles: Tendinopathie achilléenne,
- Pied: Fasciite plantaire, éperon calcanéum.

Contre-indications

On ne doit pas faire l'application des ondes de choc radiales dans les cas suivants: altération de la coagulation du sang, tumeurs dans la région, grossesse, moins de 18 ans et plus de 75 ans, ostéosynthèse.

Avantages

L'application des ondes de choc radiales a quelques avantages, ce qui fait donc, qu'elles sont un traitement intéressant dans quelques tendinopathies chroniques parce que:

- C'est facile à utiliser,
- Elle a un entretien facile,
- Il ne faut pas d'anesthésie (excepté dans le cas où il y a beaucoup de douleur et on peut faire une application locale),
- Il y a une bonne relation prix/utilité. C'est un appareil pas trop cher et d'une grande utilisation dans les tendinopathies.

- Peut-être le principal inconvénient c'est qu'il n'y a pas de vision échographique pendant l'application des ondes de choc. Dans notre recherche, nous avons utilisé un appareil d'échographie portable pour la correcte localisation de la zone de lésion, mais ce n'est pas la même chose qu'il soit intégré dans l'équipe.
 - Un autre inconvénient c'est la possible apparition de quelques effets secondaires: irritation de la peau, pétéchies, hématomes et plus de douleur les premiers jours, mais cela n'a pas beaucoup d'importance.

Nous avons fait une étude sur l'application thérapeutique des ondes de choc radiales avec l'appareil *SwissDolorclast (EMS)*.

Dans cette étude ont participé:
 José González (Madrid) Presidente de la Asociación Española de Médicos de Fútbol Jefe Servicio Medico Rayo Vallecano - Xavier Peirau (Lleida) Especialista INEF-Lleida Servicio Medico.D.Lleida Guillermo Alvarez (Málaga) Especialista en medicina del deporte - Jefe Servicio Medico Federación Malagueña de Fútbol - Cesar Cobian (La Coruña) Especialista en traumatología del deporte Jefe Servicios Médicos R.C.Deportivo de la Coruña - Francisco Biosca (Lleida) Presidente de la Sociedad Española de Traumatología Deportiva Jefe Servicio Medico U.D. Lleida.

Matériel et méthode

Nous avons traité 575 patients avec tendinopathies chroniques avec les ondes de choc (Swiss Dolorclast - EMS). De janvier 2001 jusqu'à avril 2002.

On a fait une étude radiologique et/ou échographique avant et après le traitement avec l'appareil portable Sonosite 180 Plus.

Pour la valorisation et l'appréciation de la douleur nous avons utilisé l'échelle visuelle analogique (E.V.A.) sur laquelle le patient montrait la diminution ou l'augmentation de la douleur pendant le traitement. Cette échelle sert à évaluer l'évolution de l'intensité de la douleur chez une personne dans le temps, mais elle ne sert pas à comparer l'intensité de la douleur entre personnes différentes. On fait une étude qui se base sur l'appréciation subjective de la douleur par le patient lui-même.

À la fin des six semaines après le début du traitement nous avons fait une nouvelle valorisation et nous avons utilisé les critères suivants:

- **Bons résultats:** Douleur finale entre 0 et 2 de l'échelle E.V.A.
- **Moyens résultats:** Douleur finale entre 3 et 5 de l'échelle E.V.A.
- **Mauvais résultats:** Douleur finale entre 6 et 10 de l'échelle E.V.A.

Protocole d'étude

Nombre de coups par séance: 2000

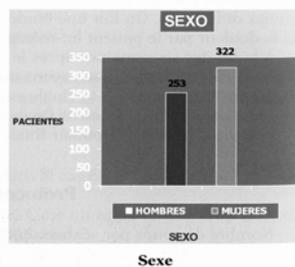
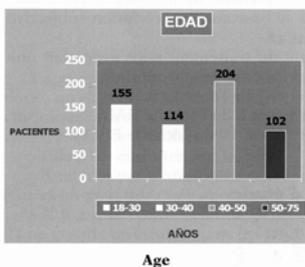
- Les premiers 400 coups on va les appliquer à une fréquence entre 3 et 5 Hz. et à une pression de 2 bars.
- Les suivants 1600 coups on va les appliquer à une fréquence entre 5 et 9 Hz. et à une pression de 2,5 bars.
- Le nombre de séances a été de 3 minimum - 6 maximum.
- L'intervalle entre séances a été de 7 jours. La durée totale du traitement c'était dont de six semaines.



Caractéristiques des patients

Âge - On a traité des patients entre 18 et 75 ans. La plupart des patients on les trouve entre 40 et 50 ans

Sexe - On a traité 322 femmes et 253 hommes.

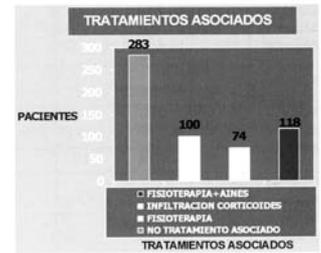


Activité Sportive - On a traité 50 patients professionnels sportifs, 123 sportifs non professionnels et 402 pas de patients sportifs.

Traitements associés - On a traité 74 patients auxquels on a associé un traitement avec des infiltrations de corticoïdes, 118 avec physiothérapie et traitement anti-inflammatoire, 100 avec physiothérapie et 283 sans autre traitement associé.



Activité sportive



Traitements associés

Evaluation des résultats

- On a de bons résultats avec les patients traités avec l'application des ondes de choc radiales avec l'appareil *SwissDolorclast (EMS)* On observe une importante diminution de la douleur après six séances de traitement chez 70,7 % des patients (407 patients).

- On a eu de moyens résultats chez un 12,9 % de cas (76 patients).

- On a vu de mauvais résultats chez un 16,4 % de cas (92 patients). Il y a des patients avec de mauvais résultats avec des pathologies type périostite tibial, styloïdites radiales et métatarsalgies mais ils ne sont pas exprimés dans notre étude.

- On a vu des changements échographiques postérieurs au traitement seulement sur un 11 % des cas (61 patients). Dans tous ces cas-là, la réponse au traitement a été bonne.

- Les ondes de choc ne présentent pas de bons résultats avec les *épitrochleïtes* et général quand il y a une affection nerveuse périphérique.

Pathologies traitées et résultats

Pathologie	N	Bons (%)	Moyens (%)	Mauvais (%)
Épaule				
Tendinopathies supraspinatus	94	88,2 % (83)	7,5 % (7)	4,3 % (4)
Tendinopathies distales du biceps	109	70,2 % (76)	11,4 % (12)	18,4 % (21)
Coude				
Epicondylite	73	74,0 % (54)	12,3 % (9)	13,7 % (10)
Épiterocheïte				
Épiterocheïte	36	0 % (0)	19,4 % (7)	80,6 % (29)
Genou				
Tendinopathies rotuliennes	85	77,5 % (66)	12,5 % (11)	10,0 % (8)
Cheville				
Tendinopathies d'Achille	63	54 % (34)	27 % (17)	19 % (12)
Pied				
Fasciite plantaire	69	80,0 % (55)	16,0 % (11)	4,0 % (3)
Éperon calcanéen	46	85,5 % (39)	4,0 % (2)	10,5 % (5)
Patients professionnels footballeurs				
Genou				
Tendinopathies rotuliennes	30	86,6 % (26)	10 % (3)	3,33 % (1)
Cheville				
Tendinopathies d'Achille	16	68,75 % (11)	18,75 % (3)	12,5 % (2)
Pied				
Fasciite plantaire	4	100 % (4)	0 %	0 %

Ils figurent ici:

	Tendinitis Supraesp	Tendinitis calcif. hombro	Epicon	Epitro	Tendinitis Rotula	Tendinitis Aquilea	Fasciitis Plantar	Espolon Calcaneo
Cobian Biosca Alvarez Gonzalez (575)	88,2 %	70,2 %	74 %	0 %	77,5 %	54 %	80 %	85,5 %
Brunet-Guedj (83)		75 %	83 %		70,6 %	70,6 %	57 %	
Van den Steene (187)	69 %	66 %	83 %	33 %	73 %	81 %	83 %	
Genty (68)			68 %		90 %	62 %	66 %	90 %
Middleton (79)			66 %		84,4 %	66 %		
Haupt Lohrer (259)	83 %		87 %					81 %

Les résultats obtenus avec l'application des ondes choc radiales sur les lésions tendineuses nous indiquent que le traitement avec les ondes de choc peut devenir une nouvelle alternative dans les tendinopathies mais il ne s'agit pas de la panacée. Beaucoup d'elles ont besoin d'un traitement chirurgical.

Pas toutes les tendinopathies ont la même réponse avec l'application des ondes choc radiales. Chez les patients avec épiterocheïte on n'a pas eu de bons résultats mais avec les tendinopathies de l'épaule on a obtenu des résultats plus qu'acceptables.

C'est notre idée de continuer et élargir ce travail dans un futur prochain, donc il y a encore beaucoup de questions à résoudre. Malgré tout les ondes de choc radiales appliquées d'une façon rationnelle et cohérente et avec un protocole correct peuvent être une importante aide dans le traitement des tendinopathies de nos sportifs.

LES ONDES DE CHOC EXTRA-CORPORELLES DANS LES INDICATIONS ORTHOPÉDIQUES OSSEUSES: PSEUDARTHROSES, PARA-OSTÉO-ARTHROPATHIES, OSTÉONÉCROSES ASEPTIQUES

R. BRISSOT*, A. LASSALLE*, B. LOBEL**

Les ondes de choc extra-corporelles ont été appliquées à l'os avant d'être étendues aux pathologies abarticulaires. Les effets osseux des ondes de choc ont été largement étudiés, tant au plan des travaux expérimentaux que des études cliniques. En clinique, toutefois, l'interprétation des effets des ondes de choc est encore sujette à discussion. En effet, des difficultés méthodologiques sont générées par l'histoire naturelle de ces pathologies osseuses, dont l'évolution est longue et a une grande variabilité interindividuelle.

Historique

C'est en voulant étudier les effets indésirables éventuels sur la hanche, à l'occasion du traitement des lithiases urinaires basses par ondes de choc que l'effet ostéogénique de celles-ci a été mis en évidence en 1988, sur modèle animal [6]. En 1988, le premier traitement de pseudarthrose par ondes de choc est effectué chez un patient, neuf mois après la survenue de la fracture [20], avec obtention d'une consolidation trois mois après ce traitement. Peu après d'autres publications suivent, sur des séries de 82 et 172 patients [21, 3], avec un taux de résultats favorables de 70 % environ. Dans la seconde série, les patients avaient eu déjà au moins une intervention chirurgicale pour pseudarthrose. Parallèlement, des travaux fondamentaux chez l'animal, mettaient en évidence l'effet ostéogénique [7], mais aussi ostéolytique des ondes de choc [21].

Bases expérimentales. Effets sur le tissu osseux

Les ondes de choc agissent à la fois par effet direct, c'est-à-dire la conversion de l'énergie cinétique de l'onde de pression positive en énergie, à l'interface entre deux milieux d'impédance acoustique différente, et par leur effet indirect, lié à la partie négative de l'onde, produisant un effet de cavitation au sein des tissus. Par rapport aux autres tissus, ces deux mécanismes sont à leur maximum au niveau de l'os, qui possède l'impédance acoustique la plus élevée, soit de 7,38 g/cm³ s.10³ pour l'os cortical, contre 1,72 g/cm³ s.10³ pour le muscle. La cavitation est généralement considérée comme le mécanisme pré-

* SERVICE DE MÉDECINE PHYSIQUE ET DE RÉADAPTATION
** SERVICE D'UROLOGIE - CHR 35033 RENNES.

dominant dans la genèse des effets sur l'os. Deux types d'effet sont exercés sur le tissu osseux : un effet d'ostéolyse et un effet d'ostéogénèse.

L'effet ostéolytique est observé, sous forme de fractures, après impaction par ondes de choc, chez le rat et le lapin, avec des densités de flux d'énergie (ED+) de 0,30 mJ/mm² environ [21, 4, 14]. Chez des animaux plus gros, seules des lésions microscopiques sont repérées. Les microfractures des travées osseuses et les lésions hémorragiques, avec destruction des ostéocytes, siègent principalement au niveau de la partie interne de la corticale et dans la cavité médullaire [4]. Le périoste et l'os adjacents sont le siège de lésions en copeaux et contiennent des fragments de moelle osseuse. L'intensité des lésions ostéolytiques est proportionnelle à la valeur de l'énergie appliquée et se produit vers 0,40 mJ/mm² [8, 15].

L'effet d'ostéogénèse a été démontré expérimentalement *in vivo*, sur l'animal, sur os sain [21, 8, 14], modèle de fractures [7, 4, 9] et de pseudarthrose [5]. Dans tous ces cas, il était constaté que les lésions d'ostéolyse, créées par les ondes de choc, précédaient les signes d'ostéogénèse. De plus, l'intensité de l'ostéogénèse était liée positivement à celle de l'ostéolyse [7, 14]. L'application de faibles énergies, *in vivo*, provoque une augmentation modérée de l'ostéogénèse. Dans ce cas, toutefois des lésions tissulaires *a minima* sont également présentes [14, 22]. La stimulation de l'ostéogénèse a également été démontrée *in vitro*, sur des cultures d'ostéocytes [15, 11] avec mise en évidence de l'augmentation des facteurs de croissance osseuse [24], ainsi que sur l'os immature de lapin [19]. Cette dernière constatation est à la base de la contre-indication d'application des ondes de choc sur les épiphyses fertiles. Les faibles énergies stimulent l'activité ostéoblastique, alors que les énergies élevées ($E > 0,31$ mJ/mm²) ont un effet cytotoxique. La densité de flux d'énergie serait le facteur principal, plus que l'énergie totale (nombre de chocs) [15].

Le mode d'action des ondes de choc sur les pseudarthroses est actuellement hypothétique. Les ondes de choc agiraient en provoquant d'abord des lésions d'ostéolyse, avec dilacération des zones fibreuses et avasculaires et formation d'hématomes, ce qui stimulerait secondairement la réparation osseuse.

Applications cliniques

Pseudarthroses

La pseudarthrose a été reconnue comme une indication du traitement par ondes de choc, en 1998, par l'ESMST (European Society for Musculoskeletal Shock Wave Therapy), en tant qu'alternative à la chirurgie, en prenant comme critère diagnostique l'absence de signes radiologiques de consolidation osseuse, dans les six mois suivant la fracture ou une intervention chirurgicale sur le foyer de fracture. Les ondes de choc, ne sont cependant pas, actuellement, le "gold standard" du traitement de la pseudarthrose, qui reste chirurgical. L'usage des ondes de choc dans les pseudarthroses connaît une grande diffusion dans les pays où ce traitement est déjà bien implanté (Allemagne, Suisse, Autriche, Etats-Unis). L'acceptance pour cette indication est telle, qu'une équipe s'est vue refuser l'accord d'un comité d'éthique pour entreprendre une étude contrôlée contre placebo et randomisée [17].

Ogden fait état de 25 publications représentant 1737 patients [16]. Parmi ces patients 714 font l'objet d'études de type B et C. Le taux de consolidation osseuse, retenu sur le critère radiologique, va de 62 à 83 %. Deux méta-analyses récentes [1, 2] permettent de retenir 10 études cliniques, soit un total de 635 patients, chiffre peu différent de celui d'Ogden. Aucune de ces études n'est de type A. Les délais entre le traumatisme ou l'intervention chirurgicale pour retard de consolidation étaient, dans ces travaux, supérieurs à 9 mois. Les résultats sont de 35 % de consolidation à 3 mois du traitement par ondes de choc et de 61 % à 6 mois. Les résultats sont meilleurs dans les pseudarthroses hyper-

trophiques que dans les pseudarthroses atrophiques. Un interligne radiologique inférieur à 5 mm a de meilleures chances de consolider sous ondes de choc qu'un défaut supérieur. Par contre, le type d'os traité, ainsi que la présence ou non d'une ostéosynthèse, quel qu'en soit le type, n'influence pas le pronostic.

L'interprétation du pourcentage de bons résultats doit, pour être valable, être comparé à celui de la consolidation spontanée après fracture. Une étude comparant la courbe de consolidation de fractures traitées orthopédiquement à celle des pseudarthroses soumises aux ondes de choc, conclut à l'égalité du pourcentage de consolidation à partir de 9 mois d'évolution, quel que soit le traitement appliqué [1]. La courbe de décroissance du nombre de cas non consolidés par rapport à la date de la fracture ayant une allure exponentielle, le pourcentage de guérisons varie en fonction de la date d'application des ondes de choc. Toutefois, compte tenu de l'intérêt thérapeutique pour une méthode susceptible d'accélérer la consolidation osseuse, tout en étant dénuée d'effets indésirables importants, plusieurs auteurs ont défendu l'idée d'une étude contrôlée de type A, qui est actuellement en cours (FDA). Par ailleurs, la plupart des auteurs ont fait état de l'action antalgique des ondes de choc, qui se manifestait, d'ailleurs, assez rapidement.

Il existe un consensus sur la nécessité d'immobiliser le foyer de fracture après ondes de choc, au même titre qu'une fracture fraîche, par plâtre, attelle ou par l'ostéosynthèse déjà en place. Les modalités du traitement ne sont pas encore parfaitement codifiées, toutefois, des lignes directrices se dégagent des divers travaux. En règle, une seule séance est administrée. Le nombre de chocs moyen est de 2000 à 3000 avec des extrêmes de 1000 à 12000 coups. La densité de flux d'énergie va de 0,3 à 1,50 mJ/mm². L'énergie administrée est nettement plus basse avec les appareils à source électro-hydraulique qu'avec les sources électromagnétiques. Les ondes sont appliquées soit au centre de l'interligne radiologique, le plus souvent, soit sur le bord osseux adjacents, parfois selon deux incidences successives. Dans tous les cas, les ondes pénètrent par une fenêtre acoustique, en dehors du champ de l'ostéosynthèse. Une anesthésie est nécessaire se répartissant, à égalité de nombre de patients, en anesthésie générale et locale. Il n'a pas été rapporté d'effets secondaires importants.

Para-ostéo-arthropathies (POA)

Les ondes de choc ont été proposées dans les paraostéoarthropathies en raison de leur effet d'ostéolyse à forte énergie. A notre connaissance, seulement deux équipes ont, jusqu'ici, présenté leur expérience dans ce domaine. La première étude porte sur 35 patients blessés médullaires [23]. Parmi ceux-ci, 18 patients avaient des POA récentes. Le traitement a comporté une seule séance – rarement deux – de 4000 chocs, avec une énergie de 0,34 mJ/mm² sous repérage radiologique. Les résultats, exprimés en pourcentage de patients, ont été les suivants: i) 52 % : récupération articulaire avec restauration fonctionnelle utilisable dans les activités de la vie quotidienne, ii) 20 % : récupération articulaire sans restauration fonctionnelle, iii) 26 % : aucune amélioration. Ils étaient meilleurs dans les POA récentes que dans les POA stabilisées. Aucun effet indésirable n'a été observé. Dans une autre étude, 26 patients porteurs de POA secondaires à un traumatisme crânien ou articulaire, ont été soumis à une ou plusieurs séries de 4 séances, à raison de 3000 coups, d'énergie allant de 0,54 à 1,06 mJ/mm². Les résultats ont été satisfaisants chez 18 patients, avec diminution de la douleur, lorsqu'elle était présente, et récupération fonctionnelle.

Notre série comporte 22 patients porteurs de POA sur prothèse de hanche (14 cas) ou affection neurologique (8 cas). Le protocole a comporté 4 séances de 4000 chocs, d'énergie comprise entre 0,54 à 1,06 mJ/mm², à raison d'une séance hebdomadaire. L'amélioration, jugée à un mois, a concerné la douleur (EVA passant de 5,2 à 1,6), la distance de marche chez les patients ambulatoires (multipliée par 9 en moyenne) et l'amplitude articulaire (gain moyen de 15°). Le traitement, fait sous antalgiques a été bien toléré.

Ces résultats préliminaires sont encourageants, dans une pathologie dont le traitement médical est d'efficacité modeste et la chirurgie, en règle différée, complexe. Des évaluations contrôlées et un suivi à long terme sont nécessaires.

Ostéonécrose aseptique

Les publications dans ce domaine sont, à notre connaissance, au nombre de deux. La plus ancienne [18] porte sur 45 patients présentant une ostéonécrose de hanche de classe I, II et III (ARCO). Quatre séances de 4000 chocs chacune, ont été administrées à 48 h d'intervalle, avec une énergie comprise entre 0,26 et 0,95 mJ/mm². Les zones altérées étaient traitées sous différentes incidences : voie postérieure, antérieure et latérale avec variation d'inclinaison. La hanche lésée était mise en décharge d'appui jusqu'à la normalisation de l'IRM. L'indolence, qui se manifestait souvent au décours de la première séance, était obtenue chez 96 % des patients, avec maintien à 6 mois de recul. L'IRM réparait des signes de revascularisation. Une corrélation était notée entre la diminution de la douleur et l'amélioration du signal IRM. Une autre étude sur 22 patients, dont les stades de la nécrose allaient de I à III, a donné, avec un suivi d'une année après le traitement, des résultats similaires [13].

Ces résultats préliminaires, en faveur d'un effet thérapeutique des ondes de choc dans certaines pathologies osseuses font penser que ce traitement pourrait prendre place comme traitement alternatif à la chirurgie, dans la mesure où les études à venir permettront une meilleure connaissance des mécanismes d'action et indications.

Bibliographie

- [1] Biederman R, Arbo M, Gerhart H, Anckenhaler T. Extracorporeal shock waves in the treatment of non-unions. J Trauma. 2003; 54(5): 936-42. — [2] Birnbaum K, Wirtz D.C., Siebert C.H., Heller K. Use of extracorporeal shock-wave therapy (ESWT) in the treatment of non-unions. A review of the literature. Arch Orthop Trauma Surg. 2002; 122(6): 324-30. — [3] Dieck R, Haupt G. Use of extracorporeal shock waves in the treatment of pseudarthrosis. Eds Chansay & al. Thème Stuttgart, New York 1997; 18-24. — [4] Dellus M, Dreessen K, Dieck A, Dreessen K, Carls J. Effects of shock waves: *in vivo* effect of high energy pulses on rabbit bone. Ultrason in Med & Biol 1995; 21: 9: 1219-1225. — [5] Ekkerkamp A, Haupt G, Koppel H.J. Effects of extracorporeal shock waves on standardized fracture in sheep. Urology 1991; 148: 237-61. — [6] Graf J. Die Wirkung hochenergetischer Stoßwellen auf Knochen- und Weichteilgewebe. Thesis, Ruhr Universität Bochum. — [7] Haupt G, Haupt A, Ekkerkamp A, Gearty B, Chapuis M. Influence of shock waves on fracture healing. Urology 1992; 39 (6): 529-32. — [8] Ikeda K, Tomita K, Takayama K. Application of extracorporeal shock wave on bone: preliminary report. J Trauma 1999; 47 (5): 546-50. — [9] Johannes E.J., Kandelar Sukul D.M., Matura E. High-energy shock waves for the treatment of non-unions: an experiment on dogs. J Surg Res. 1994; 57(2): 246-52. — [10] Kuzmierzczak D.B., Brocal D.R., Vettel U. Der Einfluss der extrakorporellen stromellen application (ESWA) auf das histologische Verhalten von knochenstellen *in vivo*. Z Orthop 2000; 138: 29-33. — [11] Lantini P, Marcatto C, Squarica G, Ugolotti U, Meneghetti S, Pardioli G, Mazzuchi A, Cavatorta S. Extracorporeal shock wave therapy in parosteotarthropathies (POA): preliminary results. Communication 3rd Congress of the International Society for Musculoskeletal Shockwave Therapy. 2000. — [12] Ludwig J, Lamber S, Lamber H.J., Dreisler U, Raschl R, Hozinger H. High-energy shock wave treatment of femoral head necrosis in adults. Clin Orthop. 2001; 387: 119-26. — [13] Maier M, Mitz S, Fischer T, Manring W, Muntzley N, Stabler A, Holzknöchel N, Weiler C, Nerlich A, Reif H.J., Schmitt C. Influence of extracorporeal shock-wave application on normal bone: an animal model *in vivo*. Scintigraphy, MRI and histopathology. J Bone Joint Surg. 2002; 84(4): 529-36. — [14] Martini L, Giavazzi G, Fini M, Torricelli E, de Pireto M, Schileo M, Giannini R. Effect of extra corporeal shock wave therapy on osteoblastic cells. Clin Orthop 2003; 413: 269-80. — [15] Ogden J.A., Alvarez R., Levitt R., Cross G.L., Marlow M. Shock wave therapy (Orthopress®) in musculoskeletal disorders. Clin Orthop 2001; 387: 22-40. — [16] Rompe J.D., Rosendahl J., Schellhorn C., Thies C. High energy extracorporeal shock wave treatment of nonunions. Clin Orthop 2001; 387: 102-11. — [17] Russo S., Galasso R., Garzaro B., Andretta D. Le onde d'urto nel trattamento delle lombo-toracocostali della testa del femore agli stadi iniziali. Giorn Ital Orthop Traumatol 1999; 25(2): 207-14. — [18] Sano T., Goto S., Wada Y. Irradiation of the extracorporeal shock wave to the immature long-bone causes overgrowth and local increase in bone mineral content. Trans Ortho Proc Soc 1999; 45: 34. — [19] Schellberger R., Seuge T. Non-invasive treatment of long-bone pseudarthroses by shock waves (ESWT). Arch Orthop Trauma Surg. 1992; 112: 224-7. — [20] Schellberger R., Seuge T. High energy shock wave in the treatment of delayed and non-unions fractures. Int Orthop 1991; 15(3): 181-4. — [21] Valkeanen V.D., Michalopoulos P. Extracorporeal exposure with shock waves on bone tissue as a factor for local osteogenesis. Urology 1993; 41(5): 526-30. — [22] Yamini A., Bonarotta C., Cardullo E., Carpanzano P., De Franco M., Coombs R., Shelden W. Shock wave therapy in parosteotarthropathies. Zhou S (eds), Muscular Shock Wave Therapy. Greenwich Medical Media Ltd, 2000. London 265-270. — [23] Wang F.S., Tang K.D., Kuo Y.R., Shoen Chen S.M., Huang H.Y., Chen Y.L. Temporal and spatial expressions of morphogenetic protein in extracorporeal shock wave-promoted healing of segmental defect. Bone 2003; 32(4): 387-96.

Traitement des tendinopathies chroniques par ondes de choc radiales

E. BRUNET-GUEDJ, B. BRUNET, J. GIRARDIER, E. RENAUD

Service de Médecine du Sport, Hôpital Edouard Herriot, Pavillon A, place d'Arsonval, 69437 Lyon Cedex 03.

RÉSUMÉ

Les résultats du traitement médical classique et du traitement chirurgical des tendinopathies chroniques sont souvent longs à obtenir ou insuffisants. Nous présentons dans cet article notre expérience de l'utilisation des ondes de choc extracorporelles d'une série de 134 cas, regroupant différentes localisations : tendons d'Achille, épicondyles, épitrochléens, sus-épineux tendon rotulien, aponévrose plantaire... et différents types d'atteinte : enthésopathie et tendinopathie corporelle, calcifiante ou la plupart du temps non calcifiante. Les patients présentaient des douleurs depuis plus de 6 mois et avaient dû arrêter ou réduire leur activité sportive. Un précédent traitement s'était soldé par un échec. Une amélioration des symptômes supérieure ou égale à 50 % a été observée dans 75 % des cas pour l'ensemble de la série dès la fin du traitement et dans 80 % des cas 6 semaines plus tard. Aucune aggravation et aucun effet secondaire gênant n'ont été observés.

Cette étude confirme les résultats de la littérature et place les ondes de choc comme un traitement efficace permettant, la plupart du temps, d'éviter une intervention chirurgicale dont la lourdeur et la longueur des suites sont nettement plus importantes.

Mots-clés : tendinopathies, ondes de choc radiales.

Introduction

Parmi les lésions chroniques d'hyperutilisation de l'appareil locomoteur, les tendinopathies occupent une place importante. Elles sont de plus en plus fréquentes, en liaison avec une pratique sportive trop intensive, insuffisamment progressive, négligeant les temps de récupération indispensables. Avec un début progressif, la douleur s'estompant avec l'échauffement, le sportif n'a pas tendance à interrompre ses activités sportives et le passage à la chronicité est très habituel. Le traitement classique proposé est inconstamment efficace, d'autant plus que la tendinopathie est ancienne. Il associe généralement plusieurs moyens thérapeutiques et a pour but de redonner au tendon ses qualités mécaniques par un reconditionnement progressif en s'aidant de moyens médicamenteux et physiothérapeutiques. Même si l'introduction des exercices excentriques proposés par Stanish [18] et largement utilisés depuis ont apporté une amélioration globale du pronostic, il reste un pourcentage incompressible d'échecs et jusqu'à présent le recours était le traitement chirurgical avec un pourcentage incomplet de réussite et au prix d'un arrêt sportif de 6 mois en moyenne.

L'introduction des ondes de choc extracorporelles dans le traitement des tendinopathies remonte aux années 1990 : les premières publications dans ce domaine sont à attribuer aux auteurs germaniques et, en particulier, à Rompe [14, 15].

Les ondes de choc, initialement utilisées pour la lithotritie rénale et biliaire, ont vu leurs indications s'étendre au traitement d'autres calcifications, en l'occurrence tendineuses alors que, parallèlement, se développait leur utilisation dans le traitement des pseudarthroses [19]. Il s'agissait initialement d'ondes de choc de haute énergie, nécessitant l'association d'une anesthésie ou d'une analgésie. En revanche, les ondes de choc de plus faible énergie, telles que celles que nous avons utilisées, ne constituent pas une technique lourde.

L'objectif de cette étude est d'apprécier l'efficacité des ondes de choc radiales dans plusieurs localisations et de situer les résultats par rapport à ceux de la littérature [6]. La plupart des études publiées, si ce n'est récemment celle de Gremion [3], se cantonnent à une seule localisation : la coiffe des rotateurs [17, 22] et, en particulier les tendinopathies calcifiantes de l'épaule qui constituent une classe à part, le tendon d'Achille [2, 13], l'aponévrose plantaire [1, 10], le tendon des muscles épicondylaires [4, 7, 20].

Matériel et méthode

Cent dix patients souffrant d'une tendinopathie chronique depuis plus de 6 mois et représentant 134 cas (en raison de 24 cas de tendinopathie bilatérale ou d'atteinte bi- ou plurifocale) ont été inclus dans cette série avec leur consentement.

De précédentes études *versus* placebo ayant été réalisées en Europe, nous avons réalisé une étude ouverte.

Tous les patients avaient déjà eu un autre traitement associant généralement anti-inflammatoires non stéroïdiens ou stéroïdiens par voie générale, mésothérapie, physiothérapie (ultrasons, laser...), massages transverses profonds, étirements et une ou plusieurs infiltration(s) de corticoïdes.

Le diagnostic de tendinopathie a été posé cliniquement sur les critères habituels de douleur à la palpation, à l'étirement et aux mouvements contrariés. Son stade a été noté selon la classification de Blazina.

Les critères d'exclusion ont été un âge inférieur à 18 ans, un traitement anticoagulant ou des troubles spontanés de la coagulation, la grossesse, les tendinopathies inflammatoires, les connectivites.

Les critères d'évaluation retenus ont été la douleur au repos et la douleur d'effort évaluées sur une échelle visuelle analogique (EVA) de 0 à 10, permettant de déterminer le pourcentage d'amélioration fonctionnelle en fin de traitement et 6 semaines après la fin du traitement.

Le traitement a été effectué à l'aide du Swiss Dolorclast (EMS) qui délivre des ondes de choc radiales. Ces ondes de choc sont de type mécanique. Leur énergie est libérée directement au contact de la peau avec un épaissement progressif dans les tissus pour permettre d'atteindre une profondeur maximale de 3 à 3,5 cm, ce dont il faut tenir compte pour les indications thérapeutiques. L'appareil utilisé permet d'effectuer des percussions directes sur la zone tendineuse à l'aide d'une pièce à main dont le nez métallique est percuté par une masselotte propulsée par de l'air comprimé. Deux tailles d'applicateurs sont utilisables, mais nous n'avons utilisé que le plus large, le plus petit étant responsable d'une réaction douloureuse plus importante quels que soient les paramètres de réglage.

Protocole

Plusieurs paramètres peuvent varier dans le protocole : la pression de l'air comprimé exprimée en bars (2 en général), la fréquence des coups (6 à 15 Hertz), le nombre de coups délivrés par séance (2 à 3 000 coups), la fréquence des séances (1 ou 2 par semaine) et enfin le nombre total de séances (6 à 10).

Après avoir utilisé les protocoles présentés dans la littérature par les auteurs germaniques avec une pression importante et une fréquence basse, nous avons rapidement évolué vers une fréquence d'émission plus importante qui permet une meilleure tolérance des séances. Les toutes premières observations n'ont pas été incluses dans cette étude pour éviter d'avoir des protocoles trop différents. Nous avons finalement choisi d'utiliser une pression de 1,5 à 2,5 bars, avec une fréquence entre 10 et 15 Hertz et un nombre de coups total par séance de 2 000 à 3 000. La pression exercée par le thérapeute est la pression maximale tolérable par le patient. Le nombre de séances a été le plus souvent de 10 pour une grande majorité de patients, avec quelques cas à 6, 8 et exceptionnellement plus de 10 (jusqu'à 15, à la demande de patients qui ressentaient une amélioration croissante sans être totalement soulagés à la fin des séances initialement prévues) avec dans ces cas une consolidation du résultat. Le rythme de séances a été hebdomadaire ou bi-hebdomadaire.

La technique d'application peut varier légèrement en fonction des localisations à traiter. Globalement, la pièce à main est tenue perpendiculairement à la zone à traiter. Pour le tendon d'Achille, les coups sont portés latéralement par rapport au tendon sur les bords médial et latéral avec un contre-appui du côté opposé à la zone traitée.

Information des patients

Les patients ont été informés qu'ils entraient dans un protocole d'évaluation thérapeutique sans traitement placebo, sans obligation de terminer le traitement et sans association thérapeutique. Les activités sportives ont été poursuivies ou ont été interrompues en fonction du stade de la tendinopathie. La tentative de reprise a été effectuée en fin de traitement lorsque le sport avait dû être arrêté (stade III de Blazina).

Évaluation fonctionnelle

Elle a été réalisée à l'occasion de chaque séance et 6 semaines après la dernière séance au moyen d'une EVA de 100 mm pour coter la douleur. À l'issue du traitement, le patient a donné le pourcentage d'amélioration subjective de 0 à 100 %. La tolérance a été également évaluée et nous n'avons noté qu'un faible nombre d'effets secondaires sous forme d'un œdème localisé transitoire, plus particulièrement au niveau épicondylaire.

Population

Cette série comprend 134 cas de tendinopathies chroniques.

La répartition des localisations est la suivante :

- tendon d'Achille : 35 ;
- tendon épicondylaire : 23 ;
- tendon rotulien : 23 ;
- tendon supra-épineux : 16 ;
- tendon épitrochléaire : 9 ;
- aponévrose plantaire : 9 ;
- tendon du moyen fessier : 3 ;
- tendon des muscles adducteurs : 3 ;
- autres localisations : 13 (1 ou 2 cas par localisation : tendon cubital au poignet, insertion haute des muscles ischio-jambiers...)

Les disciplines sportives les plus pratiquées sont :

- la course à pied : 15 ;
- la gymnastique : 9 ;
- le tennis : 8 ;
- puis le football, le triathlon, le handball, le basket-ball... ;
- quinze patients n'étaient pas sportifs, et parmi eux 3 en accident du travail et 4 maladies professionnelles.

Les hommes représentent 80 % du recrutement. L'âge moyen est de 42,8 ans avec des extrêmes de 18 à 64 ans.

Résultats

Les résultats ont été classés en excellents, bons, moyens, mauvais en se fondant sur la situation fonctionnelle : immédiatement à la fin du traitement et 6 semaines après le traitement :

- excellents : amélioration supérieure ou égale à 80 % ;
- bons : amélioration entre 50 et 80 % ;
- moyens : amélioration entre 30 et 50 % ;
- mauvais : amélioration inférieure à 30 %.

Toutes localisations confondues, la répartition des résultats est la suivante (tableau I) :

Il apparaît ainsi un pourcentage additionné de bons et d'excellents résultats de 75 % à la fin du traitement et de 80 % 6 semaines plus tard.

Pour les principales localisations, on observe 6 semaines après le traitement (tableau II) :

Les mauvais résultats au niveau du tendon d'Achille correspondent tous à des ténobursites d'insertion, ce qui constitue donc vraisemblablement une non-indication de ce traitement. Au niveau des tendons épicondyliens, les 2 mauvais

TABLEAU I. — Résultat immédiat et à 6 semaines, toutes localisations confondues

	Excellents	Bons	Moyens	Mauvais
Résultat immédiat	50 (37 %)	51 (38 %)	19 (14 %)	14 (11 %)
Résultat à 6 semaines	63 (47 %)	45 (33 %)	16 (12 %)	10 (8 %)

TABLEAU II. — Répartition des résultats en fonction de la localisation.

	Excellents	Bons	Moyens	Mauvais	Total
Tendon d'Achille	15	13	3	4	35
Tendon rotulien	12	7	1	0	23
Tendon sus-épineux	6	6	3	1	16
Tendon épicondylien	11	7	3	2	23
Aponévrose plantaire	3	4	2		9

résultats ont été observés chez des patients non sportifs dans le cadre d'une maladie professionnelle.

Discussion

Résultats selon la localisation

Tendons des muscles épicondyliens

Rompe [15] rapporte que les ondes de choc de basse énergie apportent un soulagement de la douleur et une amélioration de la fonction chez 90 % de ses 50 patients atteints d'une épicondylalgie chronique.

Wang [20] présente une série de 57 patients avec 61,4 % d'excellents résultats (disparition des symptômes), 29,5 % d'amélioration significative et seulement 6,8 % de récédive à 1 ou 2 ans, mais avec une douleur nettement moins importante qu'avant le traitement initial.

Dans notre série, nous observons 18 excellents et bons résultats sur 23, soit un pourcentage d'amélioration importante de 78 %, ce qui n'est pas différent des résultats de l'ensemble de la série, mais légèrement inférieur aux résultats de la littérature.

Tendon d'Achille

Dans sa série, H. de Labareyre [2], avec des classes fonctionnelles suivantes : « très satisfaisant », « satisfaisant », « insuffisant », « décevant » rapporte un pourcentage de 68,3 % très satisfait ou satisfait, mais avec seulement 3 à 6 séances à 2 000 coups par séance. Il note également que tous les patients ayant bénéficié de plus de 3 séances figurent dans les bons résultats. Enfin, il a classé de principe les 7,3 % perdus de vue dans les échecs.

Dans notre étude, nous relevons 28 excellents et bons résultats, soit 80 %, avec une disparition totale des symptômes à 5 reprises. Seules les atteintes à l'insertion paraissent échapper à l'efficacité du traitement, en tout cas lorsqu'il existe une bursite associée.

Aponévrose plantaire

Nous n'avons retrouvé qu'une seule étude spécifiquement consacrée à l'utilisation des ondes de choc dans cette localisation [9]. Il s'agit d'une étude de 302 cas utilisant une autre source (hydraulique), avec des paramètres également différents en une seule séance et avec un bloc anesthésique à la cheville. Cela ne peut donc

constituer une base de comparaison avec nos cas, parmi lesquels on retrouve 7 bons résultats sur 9 mais aucun résultat excellent, contrairement aux autres localisations. La technique et les paramètres seront sans doute à mieux préciser dans cette localisation.

Résultats selon l'ancienneté des symptômes

Il semblerait que l'ancienneté des symptômes soit un facteur favorable de pronostic après traitement par ondes de choc. En effet, Helbig [5] a trouvé une corrélation entre l'ancienneté des symptômes et l'efficacité des ondes de choc avec un pourcentage plus important de résultats positifs dans les formes chroniques que dans les formes récentes.

Dans l'étude de de Labareyre [2] sur les tendinopathies calcanéennes, le groupe de bons résultats a une ancienneté moyenne de 11,2 mois, celui des résultats insatisfaisants de 9,9 mois.

Dans notre étude, nous n'avons pas observé de différence nette. De plus, ce critère est sujet à caution, car les patients sont souvent incapables de situer nettement le début de leur pathologie, qui est le plus souvent progressif dans son intensité.

Résultats selon les paramètres utilisés

La fréquence des coups, la pression, le nombre de séances sont des paramètres qui pourraient influencer les résultats, quant à leur qualité et leur vitesse d'obtention. Pour en juger d'une manière significative, il faudrait de grandes séries au niveau des mêmes localisations et chez des populations statistiquement comparables (âge, sport pratiqué, niveau sportif, ancienneté et sévérité de l'atteinte) ceci serait très long à obtenir.

Globalement, nos résultats sur la douleur se situent dans les mêmes fourchettes que ce qui a pu être publié antérieurement, aussi bien dans la littérature étrangère que française. Il est vraisemblable que, si l'énergie totale délivrée *in situ* est un élément important quant à l'effet anatomique [16], le nombre de coups doit être plus important si l'on emploie des fréquences plus élevées et des pressions moins importantes.

Mécanisme d'action [8, 12]

Le mécanisme d'action des ondes de choc a longtemps été considéré comme incertain et supposé entraîner une analgésie par hyperstimulation ainsi qu'une augmentation de la vascularisation locale. Récemment, des études expérimentales chez l'animal [11, 21] ont mis en évidence une augmentation du phénomène de néo-vascularisation à la jonction ostéo-tendineuse et une accélération de la cicatrisation tendineuse après lésion et suture chirurgicale du tendon. Ces deux phénomènes pourraient être liés à une augmentation locale des facteurs de croissance.

Conclusion

En fonction des résultats observés dans cette série sur les tendinopathies chroniques dans les localisations les plus habituelles rencontrées chez le sportif, dans les autres études ouvertes [2, 3] ainsi que dans les études *versus* placebo [1, 20] qui ont mis en évidence une différence très significative sur le plan de la disparition ou de la diminution de la douleur entre les groupes traités et les groupes témoins, on peut conclure que l'efficacité des ondes de choc dans ce type de pathologie est bien une réalité.

Le traitement par ondes de choc radiales représente une nouvelle possibilité thérapeutique, dans les formes rebelles, avec une extension vraisemblable comme traitement de première intention, mais en sachant se limiter aux formes chroniques, avec la restriction pour les formes aiguës récentes où la composante inflammatoire possible constitue une non-indication, voire une contre-indication.

RÉFÉRENCES

- [1] ABT T, HOPFENMULLER W, MELLEROWICZ H. Shock wave therapy for recalcitrant plantar fasciitis with hell spur : a prospective randomized placebo-controlled double-blind study. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2002 ; 140 : 548-54.
- [2] DE LABAREYRE H, SAILLANT G. Tendinopathies calcanéennes. Formes cliniques et évaluation de l'efficacité par ondes de choc radiales. *J Traum Sport* 2001 ; 18 : 56-69.
- [3] GREMION G. Efficacité de la thérapie par ondes de choc extracorporelles dans les tendinopathies rebelles. *J Traum Sport* 1999 ; 16 : 117-121.
- [4] HAAKE M, BODDEKER IR, DECKER T *et al*. Side-effects of extracorporeal shock wave therapy (ESWT) in the treatment of tennis elbow. *Arch Orthop Trauma Surg* 2002 ; 122 : 222-8.
- [5] HELBIG K, HERBERT C, SCHOSTOCK T *et al*. Correlations between the duration of pain and the success of shock wave therapy. *Clin Orthop* 2001 ; 387 : 68-71.
- [6] HELLER KD, NIETHARD FU. Using extracorporeal shockwave therapy in orthopedics-a meta-analysis. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1998 ; 136 : 390-401.
- [7] KO JY, CHEN HS, CHEN LM. Treatment of lateral epicondylitis of the elbow with shock waves. *Clin Orthop* 2001 ; 387 : 60-67.
- [8] MAIER M, SAISU T, BECKMANN J *et al*. Impaired tensile strength after shock-wave application in an animal model of tendon calcification. *Ultrasound Med Biol* 2001 ; 27 : 665-71.
- [9] OGDEN JA, ALVAREZ R, LEVITT R *et al*. Shock wave therapy (orthotripsy) in musculoskeletal disorders. *Clin Orthop* 2001 ; 387 : 22-40.
- [10] OGDEN JA, ALVAREZ R, LEVITT R *et al*. Shock wave therapy for chronic proximal plantar fasciitis. *Clin Orthop* 2001 ; 387 : 47-59.
- [11] ORHAN Z, ALPER M, AKMAN Y *et al*. An experimental study on the application of extracorporeal shock waves in treatment of tendon injuries : preliminary report. *J Orthop Sci* 2001 ; 6 : 566-70.
- [12] PERLICK L, KORTH O, WALLNY T *et al*. The mechanical effects of shock waves in extracorporeal shock wave treatment of calcific tendinitis-an *in vitro* model. *Orthop Ihre Grenzgeb* 1999 ; 137 : 10-6.
- [13] PERLICK L, SCHIFFMANN R, KRAFT CN *et al*. Extracorporeal shock wave treatment of the achilles tendinitis : experimental and preliminary clinical results. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2002 ; 140 : 275-80.
- [14] ROMPE JD, HOPF C, KULLMER K *et al*. Low-energy extracorporeal shock wave therapy for persistent tennis elbow. *Int Orthop* 1996 ; 20 : 23-27.
- [15] ROMPE JD, HOPF C, KULLMER K *et al*. Analgesic effect of extracorporeal shock wave therapy on chronic tennis elbow. *J Bone Joint Surg* 1996 ; 78B : 233-237.
- [16] ROMPE JD, KIRKPATRICK CJ, KULLMER L *et al*. Dose-related effects of shock waves on rabbit tendo Achillis. A sonographic and histological study. *J Bone Joint Surg* 1998 ; 80 : 546-52.
- [17] SCHMITT J, HAAKE M, TOSCH A *et al*. Low-Energy extracorporeal shockwave treatment (ESWT) for tendinitis of supraspinatus. A prospective, randomised study. *J Bone Joint Surg* 2001 ; 83 : 873-6.
- [18] STANISH WD, RUBINOVICH RM, CURWIN S. Eccentric exercise in chronic tendinitis. *Clin Orthop* 1986 ; 208 : 65-68.
- [19] THIEL M. Application of shock waves in medicine. *Clin Orthop* 2001 ; 387 : 18-21.
- [20] WANG CJ, CHEN HS. Shock wave therapy for patients with lateral epicondylitis of the elbow. A one-to two year follow-up study. *Am J Sports Med* 2002 ; 30 : 422-25.
- [21] WANG CJ, HUANG HY, PAI CH. Shock wave-enhanced neovascularization at the tendon-bone junction : an experiment in dogs. *J Foot Ankle Surg* 2002 ; 41 : 16-22.
- [22] WANG CJ, KO JY, CHEN HS. Treatment of calcifying tendinitis of the shoulder with shock wave therapy. *Clin Orthop* 2001 ; 387 : 83-89.

A PROPOS DU TRAITEMENT PAR ONDES DE CHOC RADIALES SUR LES TENDINOPATHIES CALCANÉENNES

H. DE LABAREYRE⁽¹⁾, M. GRUN-REHOMME⁽²⁾, G. SAILLANT⁽¹⁾⁽¹⁾ GH Pitié-Salpêtrière, Service de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique, 83, bd de l'Hôpital, 75013 Paris.⁽²⁾ Université Paris 2, Centre d'Econométrie, 92, rue d'Assas, 75006 Paris.

Suite à un article préliminaire concernant la nouvelle alternative thérapeutique que représentent les ondes de choc radiales dans le cadre des tendinopathies calcaneennes [1], nous présentons une actualisation des résultats à l'aide d'une plus grande série avec une analyse statistique concernant certains paramètres. La significativité est étudiée à l'aide d'un test du Chi2 au seuil de 5 %.

En ce qui concerne les tendinopathies corporeelles, les modalités de l'étude sont restées strictement inchangées, que ce soit dans les caractéristiques techniques (6 séances au maximum, 1 à 2 fois par semaine, 2 000 coups, 2,5 Bars, 9 Hz, autorisation de la poursuite des activités sportives en-dessous du seuil douloureux, pas de traitement associé à l'exception du port systématique de hautes talonnettes), les renseignements concernant chaque patient et l'appréciation des résultats finaux par le patient lui-même. Nous avons changé en cours d'évaluation les paramètres machine pour les tendinopathies d'insertion.

La série comporte 120 patients souffrant de tendinopathies corporeelles, nodulaires ou fusiformes, et 13 tendinopathies d'insertion. Le groupe des insatisfaits comporte les patients qui ont jugé l'amélioration insuffisante ou nulle. Aucun patient ne s'est jugé aggravé.

Tendinopathies corporeelles

Notre étude comportait initialement 3 patients perdus. Deux n'ont pas pu être retrouvés et le réexamen de leur dossier a révélé qu'ils avaient subi moins de 3 séances, chiffre que nous avons finalement choisi comme seuil minimum pour pouvoir être inclus dans la série; ils ont donc été exclus. Le troisième patient a finalement été retrouvé et inclus.

Résultats globaux

TABLEAU I.

Résultat	Satisfait	Non satisfait	Total
Total	74 (89 %)	26 (31 %)	100 % (120)
Nombre moyen de séances	3,8	4,1	3,9

Influence du sexe

TABLEAU II.

Sexe	Satisfait	Non satisfait	Total
Homme	68 (70 %)	29 (30 %)	97 (81 %)
Femme	21 (91 %)	2 (9 %)	23 (19 %)
Total	89 (74 %)	31 (26 %)	120 (100 %)

La différence entre les hommes et les femmes est significative. Les femmes sont plus satisfaites que les hommes (91 % contre 70 %), la population étant notablement inférieure.

Le nombre moyen de séances réalisé chez les hommes est de 3,8 alors qu'il est de 4,1 chez les femmes.

Influence des traitements antérieurs

TABLEAU III.

Traitement(s) antérieur(s)	Satisfait	Non satisfait	Total
Oui	54 (78 %)	15 (22 %)	69 (58 %)
Non	34 (68 %)	16 (32 %)	50 (42 %)
Total	88 (74 %)	31 (26 %)	119

N.B. 1 renseignement manquant

Les différences sont non significatives par rapport aux résultats globaux : la satisfaction est indépendante de l'existence ou non d'un traitement antérieur. Ceci veut dire que la résistance aux traitements antérieurs n'exclut pas une bonne réponse et, inversement, que l'utilisation des ondes de choc en première intention est parfaitement envisageable.

Cependant, le nombre moyen de séances nécessaires est de 3,6 s'il n'y a pas eu de traitement antérieur et de 4,06 s'il y en a eu, comme si la résistance au traitement était plus grande.

Notre attitude a été de proposer de plus en plus le traitement en première intention.

Influence du sport

TABLEAU IV.

Sport pratiqué	Satisfait	Non satisfait	Total
Aucun	15 (79 %)	4 (21 %)	19 (16 %)
Course à pied	42 (75 %)	14 (25 %)	56 (48 %)
Athlétisme	12 (86 %)	2 (14 %)	14 (12 %)
Autres	17 (61 %)	11 (39 %)	28 (24 %)
Total	86 (73,5 %)	31 (26,5 %)	117

N.B. : 3 renseignements manquants.

Les différences sont non significatives par rapport aux résultats globaux : la satisfaction est indépendante de la nature de la pratique sportive. Elle n'est pas meilleure chez les patients non sportifs.

Influence du niveau sportif.

TABLEAU V.

Niveau Sportif	Satisfait	Non satisfait	Total
HN	24 (77 %)	7 (23 %)	31 (26 %)
Autres	65 (73 %)	24 (27 %)	89 (74 %)

HN = Haut Niveau = niveau National ou International

Il n'existe pas de différence significative pour la satisfaction entre les sportifs de haut niveau et les autres patients.

On note cependant que toutes les femmes faisant partie des sportifs de haut niveau sont satisfaites (12/12), ce qui n'est pas vrai dans la population féminine de niveau sportif inférieur (9/11).

Influence du type de tendinopathies

TABLEAU VI.

Type de tendinopathies	Satisfait	Non satisfait	Total
Fusiforme	46 (73 %)	17 (27 %)	63 (54 %)
Nodulaire	40 (74 %)	14 (26 %)	54 (46 %)
Total	86 (73,5 %)	31 (26,5 %)	117

N.B. : présence dans la série de 2 tendinopathies post-opératoires et d'une rupture partielle ancienne.

Les différences sont non significatives : la satisfaction est indépendante du type de pathologie. Cette notion peut paraître surprenante dans la mesure où il existe en revanche une nette différence de réponse entre les tendinopathies nodulaires qui répondent plutôt bien aux massages transverses profonds et les tendinopathies fusiformes beaucoup plus rebelles.

Influence de l'âge

TABLEAU VII.

Âge moyen	Satisfait	Non satisfait	Total
43 ans et 7 mois	44 ans et 8 mois	43 ans et 11 mois	

La différence n'est pas significative. Cette moyenne d'âge assez élevée reflète celle de la population de « coureurs à pied de la quarantaine » de notre série.

Influence de l'ancienneté des symptômes

TABLEAU VIII.

Ancienneté moyenne	Satisfait	Non satisfait	Total
16 mois	20 mois	17 mois	

La différence n'est pas significative. La technique peut être proposée aux problèmes anciens.

Analyse multidimensionnelle

L'analyse des facteurs un par un apporte des informations mais ne permet pas de rendre compte de l'aspect multidimensionnel des données, en particulier des interactions. Par une modélisation économétrique on peut obtenir une probabilité de satisfaction.

Ainsi, pour une femme qui ne pratique pas de sport ou qui pratique la course et l'athlétisme, la probabilité de satisfaction atteint 94 %. Celle-ci tombe à 83 % si cette femme pratique un sport autre que la course ou l'athlétisme.

Pour un homme qui ne pratique pas de sport ou qui pratique la course à pied ou l'athlétisme, la probabilité de satisfaction atteint 75 %. Pour un homme qui pratique un sport autre que la course à pied ou l'athlétisme, cette probabilité tombe à 48 %.

Ces données sont à confirmer ou infirmer par des études menées au sein des milieux sportifs moins orientés vers l'athlétisme.

Tendinopathies d'insertion

Le nombre de tendinopathies d'insertion traitées est trop faible pour en tirer des conclusions. Il a été effectué un changement de protocole en cours d'étude du fait de la tolérance médiane des patients avec les paramètres initiaux.

TABLEAU IX.

	Satisfait	Non satisfait	Total
2 000 cps, 2,5 bars, 9 Hz	2	3	5
2 000 cps, 1,5 bars, 15 Hz	7	1	8
Nombre moyen de séances	4,3	4,5	

Conclusion

Les résultats obtenus semblent intéressants mais sont à analyser avec la prudence nécessaire face à une étude ouverte portant sur un nombre de patients limité et jugée d'après une appréciation finale subjective, même s'il s'agit de celle du patient. Il ne faut pas négliger le fait que les ondes de choc radiales ont été utilisées en monothérapie, leur utilisation en association avec des techniques classiques pourrait potentialiser les résultats.

RÉFÉRENCE

- [1] LABAREYRE H (de), SAILLANT G. Tendinopathies calcaneennes : formes cliniques et évaluation de l'efficacité du traitement par ondes de choc radiales. *J Traum Sport* 2001 ; 18 : 59-69.

MÉDECINS DU SPORT

Octobre 2002 - N° 54

Ondes de choc radiales : Intérêt dans le traitement des tendinopathies

Dr Hervé de Labareyre* et Gérard Saillant*

Le traitement par ondes de choc, un nouveau venu dans l'arsenal des traitements susceptibles d'être utilisés pour les tendinopathies. Comment ça marche ? Quelles en sont les indications ? Quels résultats peut-on espérer ?

Il devient difficile de parler du traitement des tendinopathies sans évoquer la possibilité d'un traitement par ondes de choc (ODC). Cette technique d'apparition récente reste encore assez confidentielle. Il convient d'avoir quelques notions sur les différentes techniques proposées ainsi que sur les modes d'action présumés. Nous détaillons ici les résultats obtenus sur une série de 265 patients traités par ondes de choc radiales depuis exactement 5 ans.

LES MACHINES

Directement issues des lithotripteurs extra-corporels des années 90, la majorité des appareils délivrent des ODC ultra-sonores, à distance du foyer d'émission, dans une zone d'action étroite ayant la forme d'une ellipse allongée (en "cigare") (Fig. 1). Ces machines sont de technologies complexes (piézo-électriques, électro-hydrauliques, électro-magnétiques...), elles étaient initialement de taille importante, produisant des ODC de haute énergie jusqu'à une profondeur de 11 cm et étaient couplées à un appareil d'imagerie, un échographe le plus souvent.

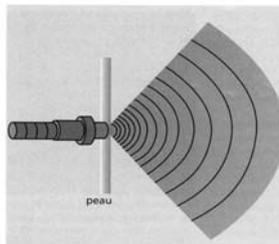
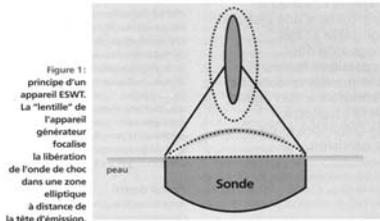
* Service de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique, Traumatologie du Sport, Hôpital de la Pitié, Paris.



Mots clés
Thérapeutique
Ondes de choc
radiales
Tendinopathies

Ces critères deviennent caducs avec les machines récentes, plus petites, délivrant des ODC de moindre énergie, moins profondément, dans une zone moins réduite et sans couplage avec une imagerie. Les ODC délivrées sont dites "extra-corporelles" (*Extracorporeal Shock Wave Therapy* ou ESWT) (1).

Directement dérivé d'un lithotriporteur intra-corporel, l'appareil que nous avons utilisé, le "Swiss Dolorclast" (*Electro-Médical System* (EMS)), produit des ondes de choc dites "radiales" (*Radial Shock Wave Therapy* ou RSWT). Celles-ci sont d'origine pneumatique (compresseur d'air), elles sont délivrées directement



au contact de la peau (et sont donc également extra-corporelles) et s'épandent en pénétrant dans les tissus jusqu'à une profondeur de 3,5 cm. La zone d'action a la forme d'un cône, dont la pointe siège sous le nez de l'appareil (Fig. 2). La machine est de petite taille, il n'y a pas de couplage avec une imagerie, et l'énergie libérée est notablement inférieure à celle des machines ESWT de première génération. Elle peut parfaitement être comparée à un marteau-piqueur, auquel on ne demanderait pas de creuser!

MODE D'ACTION

Il n'y a pas eu d'expérimentation animale avant l'utilisation chez l'homme avec ce type de matériel. L'utilisation en milieu vétérinaire (hippisme) a débuté en parallèle de l'utilisation chez l'homme et il n'existe pas encore de données histologiques. La compréhension des modes d'action en est donc au stade des hypothèses. Le rôle des ODC s'apparente probablement à celui de certaines techniques kinésithérapiques "dures" reconnues comme efficaces (massages transverses profonds, massages défilissants) et combine à la fois une action mécanique et une action biochimique antalgique et/ou anti-inflammatoire locale. Il a été montré, en écho-Doppler, qu'il se produisait une hypervascularisation locale après une séance d'ESWT sur la coiffe des rotateurs (6); celle-ci est susceptible d'augmenter le métabolisme local.

Tout se passe comme si les ODC créaient des micro-lésions fraîches, susceptibles de cicatiser dans un deuxième temps, à l'inverse d'une lésion chronique non évolutive et désespérément dou-

loureuse (ce principe est utilisé dans le traitement de certaines pseudarthroses). Ceci explique que l'efficacité doit être appréciée, non seulement pendant le traitement, mais surtout à distance, à partir de la 6^e semaine après la dernière séance.

pendant notre évaluation et d'autres études sont en cours. Le protocole choisi a comporté 1 séance par semaine le plus souvent, 2 fois par semaine pour les sportifs de haut niveau, avec un nombre de séances inférieur ou égal à 6, de façon à proposer un traitement relativement court.

Paramètres-machine utilisés	
Tendon calcanéen, aponévrose plantaire et enthésopathie et des ischio-jambiers	2000 coups 9 Hz 2,5 bars
Enthésopathie calcanéenne, tendinite rotulienne, épicondylite et épitrochléite	2000 coups 15 Hz 1,5 bars

une sonnette à 4 Hz au niveau du bras en même lieu (à peu de chose près) simultanément antalgiques.



Figure 3: traitement par ondes de choc de la tendinopathie d'Achille.



Figure 4: traitement par ondes de choc de l'aponévrose plantaire.



Le protocole choisi n'impose pas l'arrêt des activités sportives

Nous avons toujours exercé sur la tête de traitement la pression maximale tolérable par le patient (rétrocontrôle par la douleur), sur la zone la plus douloureuse, sans balayage. Nous n'avons pas utilisé de gel de contact, ni d'anesthésie locale. Il faut utiliser la tête large (20 mm) car l'utilisation de la tête la plus fine (5 mm) entraîne des lésions cutanées.

Il a été demandé au patient de ne suivre aucun traitement concomitant, à l'exception du port de talonnettes qui a systématiquement été conseillé dans le cadre des tendinopathies calcanéennes, ainsi que le port d'un bracelet extensible à la racine de l'avant-bras pour les tendinopathies du coude.

Le repos n'a pas été demandé. Au contraire, le patient devait essayer de poursuivre une activité sportive à condition de ne pas révéler de douleur pendant l'effort, mais en tolérant des douleurs d'échauffement et de refroidissement. Ce choix reste dans la logique du mode d'action présumé des ODC: s'il y a création de micro-lésions, la poursuite raisonnable des activités guide la cicatrisation vers une qualité fonctionnelle meilleure que ne pourrait le faire le simple repos.

Respect des contre-indications

hormis les contre-indications de principe (grossesse, enfant, pathologie tumorale locale), il nous paraît plus important d'insister sur les troubles neurologiques ou circulatoires locaux, les troubles de la coagulation et les traitements anticoagulants, les processus algodystrophiques. Nous n'avons pas respecté de limite d'âge supérieure.

Les burstes nous paraissent être des non-indications.

Les indications

Notre série comporte 265 patients, essentiellement des tendinopathies des membres inférieurs (228 patients) (Fig. 3-6), des tendinopathies calcanéennes, des aponévrosites plantaires (et probablement des talalgies mal étiologiques, risquant de diminuer les performances du traitement), des enthésopathies hautes des ischio-jambiers (toutes prouvées par IRM) et des tendinopathies rotuliennes. Après une série initiale de 10 mauvais résultats sur des épicondylites, en raison de paramètres trop durs, nous n'avons repris notre recrutement

Tableau 1: tableau des résultats.			
Nombre de patients = 265	TS + S	I + D	PERDUS
T. calcanéenne corporelle (nodulaire ou fusiforme) N = 116 Nombre moyen de séances	74,1 % 3,6	25,9 % 5	
T. d'insertion calcanéenne N = 13 Nombre moyen de séances	69 % 4,3	31 % 4,5	
Aponévrosite N = 45 Nombre moyen de séances	62 % 3,5	38 % 4	
Enthésopathie Ischio-jamb. N = 12 Nombre moyen de séances	75 % 3,5	25 % 3,7	
T. rotulienne N = 42 Nombre moyen de séances	50 % 3,3	45 % 3,5	5 %
Epicondylite N = 28 Nombre moyen de séances	64 % 4,3	36 % 5,1	
Epitrochléite N = 9 Nombre moyen de séances	55 % 3,4	45 % 3,75	

TS + S = Très Satisfaisant + Satisfaisant
I + D = Insuffisant + Décevant



Figure 5: traitement d'une enthésopathie des ischio-jambiers.



Figure 6: traitement d'une tendinopathie rotulienne.

ce qui relativise certains chiffres. Ont été considérés comme perdus les patients qui n'ont pu être retrouvés et qui avaient réalisé un minimum de 3 séances. L'évaluation a toujours été effectuée un minimum de 6 semaines après la dernière séance (Tab. 1).

Commentaires

Aucun des patients ne s'est trouvé aggravé en ce qui concerne les tendinopathies des membres inférieurs avec les paramètres choisis. Cette éventualité est néanmoins possible, ainsi que nous l'ont montré certaines des 10 premières épicondylites traitées lors de notre premier protocole, ensuite abandonné. Il faut souligner que les résultats satisfaisants sont obtenus avec un nombre de séances limité (par exemple, 4 séances espacées d'une semaine = 22 jours de traitement), ce qui représente une contrainte pour le patient plus limitée en temps passé et en coût.

Les séances sont volontiers douloureuses, sans que cela soit un obstacle au traitement. Nous n'avons pas observé d'effets secondaires immédiats (plaque, hématome) avec la grosse tête et les paramètres choisis. Les effets secondaires retardés (réaction hyperalgique, œdème, ecchymose) sont mineurs.

A l'évidence, les résultats obtenus ne sont pas homogènes, mais il est possible que des protocoles différents modifient les résultats. C'est ce que nous avons observé pour les enthésopathies calcanéennes et même pour le tendon rotulien, après modification de la force et de la fréquence des chocs. Les chiffres initiaux étaient notablement inférieurs. La petite taille de certains de nos groupes ne permet pas d'apporter de conclusion définitive.

CONCLUSION

Nouveau venu dans l'arsenal des traitements susceptibles d'être utilisés pour les tendinopathies, le traitement par ondes de choc, technique non invasive, apporte une aide non négligeable. L'efficacité de traitements relativement courts et la possibilité de poursuivre les activités physiques de façon contrôlée donnent des arguments appréciables pour proposer cette technique à une population sportive, sans que cette indication soit exclusive. Si nous avons testé cette technique isolément, il est possible que son association avec les thérapeutiques classiques puisse potentialiser les résultats.

BIBLIOGRAPHIE

- 1- Gremion G, Augros R, Gobelet C. et al. Efficacité de la thérapie par ondes de choc extra-corporelle dans les tendinopathies rebelles. *J Traumatol Sport* 1999; 16: 117-21.
- 2- Labareyre H (de), Saillant G. Evaluation de l'efficacité des traitements par ondes de choc radiales sur les tendinopathies du membre inférieur chez le sportif. *Le Spécialiste en Médecine du Sport* 2000; 28: 34-40.
- 3- Labareyre H (de), Saillant G. Tendinopathies calcanéennes: formes cliniques et évaluation de l'efficacité des ondes de choc radiales. *J Traumatol Sport* 2001; 18: 59-69.
- 4- Labareyre H (de), Saillant G. Tendinopathies du membre inférieur chez le sportif: intérêt du traitement par ondes de choc radiales. *Reflexions Rhumatologiques* 2002; 47: 40-42.
- 5- Noel E. Prise en charge des calcifications de la coiffe des rotateurs. 4^e Symposium de Rhumatologie: Tête, Cou, Epaulle 2002, Paris.
- 6- Peers K, Brys P, Lysens R. Power Doppler sonography measurement of tendon vascularity after ESWT. *Muskuloskeletale Stosswellentherapie*, Mainz, mars 2001.

THÉRAPIE EXTRA CORPORELLE PAR ONDES DE CHOCS RADIALES (TEORC)*

Pathologies du Membre Supérieur et du Membre Inférieur

Dr François TASSERY

Médecin du sport

St THOMAS Basket Le Havre Pro A

Membre de la société française de traumatologie du sport

Thierry ALLAIRE

Kinésithérapeute du sport

HAC Hand ball Division 1

Membre de la société française de Masso-kinésithérapeute du sport

TEORC

- Amélioration immédiate

- Amélioration retardée

- Effet rémanent

+

Kinésithérapie adaptée

+

Traitement orthésique

↓

Augmentation significative des bons et très bons résultats

CRITÈRE DE REPRISE D'ACTIVITÉ

- Sportifs de compétition - Pas d'arrêt de compétition

- Pas d'arrêt d'entraînement - Sportifs loisir et non sportifs

- Reprise progressive après arrêt + ou - prolongé - Kinésithérapie adaptée

IDÉES : - A développer sur :

- Les séquelles de déchirures musculaires

- Les fibroses suite arthroscopie de la cheville

QUESTION : Pathologie du cartilage ?

PROTOCOLE TEORC

Pathologies	Nombre de coups	Pression appareil / bar	Fréquence (Hz)	Tête	Force de pression	Application
Tendinopathie Moyen fessier	2000	2,4	9	grosse	Moyenne ↓ Forte	Décubitus latéral Perpendiculaire à la lésion
Enthésopathie haute des IJ	2000	2,4	9	grosse	Très forte	* près Tuber Isch Attention nerf sciatique
Tendinite insertion rotulienne corporelle	3000 → 2000	2	15	grosse	Légère	Genou à 90° de flexion
	2000 → 1000	2,4	12		↓ Moyenne	
	1000 → 0	2,4	15		Moyenne	
Tendinopathie TFL	3000 → 2000	1,8	15	grosse	Légère	Décubitus latéral genou déverrouillé
	2000 → 1000	2	12		↓	
	1000 → 0	2,2 → 2,4	10		Moyenne	
Périostite	3000 → 2000	1,8	15	grosse	Légère	Déplacement lent de la sonde
	2000 → 1000	2	12		↓	
	1000 → 0	2,2 → 2,4	10		Moyenne	
Tendinite achille insertion corporelle	3000 → 2000	2	15	grosse	Légère	Bord médial et latéral
	2000 → 1000	2,4	12		↓ Moyenne	
	1000 → 0	2,4	15		Moyenne	
Aponévrosite plantaire	2000	2,4	9	grosse	Forte	Centré sur la zone douloureuse

PROTOCOLE TEORC

Pathologies	Nombre de coups	Pression appareil / bar	Fréquence (Hz)	Tête	Force de pression	Application
Tendinite épaule	2000	2,4	9	grosse	Moyenne ↓ Forte	Perpendiculaire à la lésion
Epicondylite	3000 → 2000	1,8	15	grosse	Légère	Perpendiculaire à la lésion
	2000 → 1000	2	12		↓	
	1000 → 0	2,2 → 2,4	15		Moyenne	
Epitrochlite	3000 → 2000	1,8	15	grosse	Légère	Perpendiculaire à la lésion
	2000 → 1000	2	12		↓	
	1000 → 0	2,2 → 2,4	15		Moyenne	
Séquelle de déchirure musculaire	3000 → 0	1,8	15	grosse	Moyenne ↓ Forte	Centré sur la lésion
Séquelle douloureuse suite arthroscopie de cheville	3000 → 2000	1,8	15	grosse	Moyenne	Mouvements circulaires sur le point douloureux
	2000 → 0	2	15		↓	
Fracture de fatigue	3000 → 2000	1,8	15	grosse	Légère	
	2000 → 1000	2	12		↓	
	1000 → 0	2,2 → 2,4	15		Moyenne	

CONCLUSION :

Les pourcentages de satisfaction que nous avons obtenus pour un traitement limité dans le temps aussi bien chez le sportif de haut niveau que le sédentaire nous paraissent dignes d'intérêt pour une méthode non évasive et comportant peu d'effets secondaires.

Il devient actuellement difficile de parler des traitements des tendinopathies sans évoquer la possibilité d'un traitement par ondes de choc. Cette thérapeutique étant encore assez confidentielle, il est important d'avoir quelques notions sur les techniques mises en jeu, sur les indications possibles ainsi que sur les résultats.

Les machines

Les orthopédistes ont commencé à se servir des machines utilisées en milieu urologique pour la lithotripsie dès le début des années 90. Après s'être intéressés aux problèmes des pseudarthroses^(3,7,8,20), les thérapeutes se sont ensuite penchés sur les pathologies tendineuses^(14,17,18,19). Les machines utilisées sont de grosses machines, complexes (systèmes piézo-électriques, électro-hydrauliques, électro-magnétiques, arcs électriques,...), souvent couplées à un appareil d'imagerie et délivrant des ondes de choc en profondeur dans les tissus (jusqu'à 11cm), à distance du foyer d'émission, dans une zone d'action ayant la forme d'une ellipse allongée, en "cigare" (Figure 1). La tendance actuelle est d'obtenir une zone d'action moins étroite pour pouvoir se dispenser du couplage avec l'imagerie. Les ondes de choc délivrées par ce type d'appareil sont dites "extra-corporelles" (Extracorporeal Shock Wave Therapy ou ESWT).

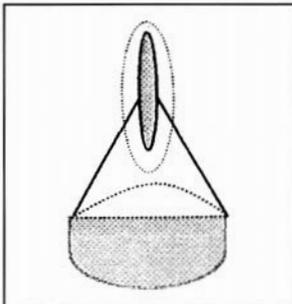


Figure 1 : Principe d'un appareil ESWT. La "lentille" de l'appareil générateur focalise la libération de l'onde de choc dans une zone elliptique à distance de la tête d'émission.

L'apparition d'un petit appareil générateur d'ondes de choc, le Swiss Dolorclast, de faible encombrement, permet un allègement notable dans l'utilisation de cette nouvelle technique, en particulier dans le cadre d'une consultation. Son principe est différent : l'onde de choc est d'origine pneumatique (compresseur d'air), est délivrée directement au contact de la peau et s'épuise en pénétrant dans les tissus (jusqu'à 3.5cm), ce qui rend cette technique uniquement utilisable pour des structures anatomiques superficielles. La zone d'action a la forme d'un cône (Figure 2). Les ondes de choc délivrées par cet appareil

sont dites "radiales" (Radial Shock Wave Therapy ou RSWT), tout en étant extra-corporelles d'ailleurs...

Mode d'action

Le mode d'action des ondes de choc s'apparente probablement à certaines techniques de kinésithérapie "dures" reconnues comme efficaces (massages défibrants, massages transverses profonds) et combine à la fois une action mécanique et une action biochimique antalgique et/ou anti-inflammatoire locale. Il a été montré en écho-doppler qu'il se produisait une hypervascularisation après une séance d'ESWT au niveau de la coiffe des rotateurs⁽¹³⁾. Il est possible que les ondes de choc créent des micro-lésions fraîches, susceptibles de mieux cicatriser dans un deuxième temps qu'une lésion chronique non évolutive et désespérément douloureuse. Ceci explique que l'efficacité doive être appréciée non seulement pen-

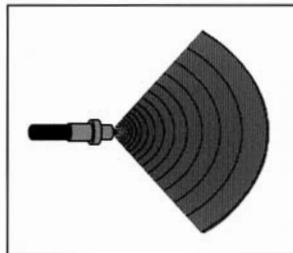


Figure 2 : Principe de diffusion de l'onde de choc d'un appareil RSWT. L'énergie est libérée au contact de la tête d'émission et diffuse dans les tissus dans une zone ayant la forme d'un cône.

dant le traitement, mais surtout à distance, environ 6 semaines après la dernière séance.

Utilisation des ondes de choc radiales chez 159 patients souffrant de tendinopathies des membres inférieurs

Nous avons utilisé dans le cadre d'une consultation de traumatologie du sport un appareil de type Swiss Dolorclast (Figure 3) depuis juillet 1999, dans un premier temps très prudemment, puis beaucoup plus facilement du fait de la rareté des effets secondaires et de l'absence totale d'observation de tableaux d'aggravation chez nos patients. Cet appareil fait partie des générateurs de type RSWT.



Protocole

Soucieux de rester dans un cadre protocolaire le plus reproductible possible, nous avons été amenés à faire des choix de paramètres de traitement, guidés par les études allemandes préalables. Ces choix correspondent à un pari initial et ne sont pas nécessairement les meilleurs. Il est certain que les autres études actuellement en cours et qui font varier l'un ou l'autre des paramètres, ainsi que nos propres modifications, permettront d'affiner la recherche de la technique idéale.

Le protocole choisi initialement ne s'est que peu modifié en cours d'étude. Il a été délivré 2000 coups par séance, 1 fois par semaine en général, 2 fois par semaine pour les sportifs de haut niveau, avec un total de 3 à 6 séances maximum. La fréquence des chocs a été choisie à 9 Hz puis 4 Hz pour le tendon rotulien.

La pression délivrée par le compresseur pneumatique est de 2.5 bars (ce qui correspond à une énergie délivrée de 0.16 mJ/mm², c'est à dire dans le domaine des ondes de choc à faible énergie). Nous avons toujours exercé la pression maximale tolérable par le patient et la surface de percussion a toujours été réduite au minimum, sans balayage cutané, ce qui ne nous oblige pas systématiquement à utiliser un gel de contact. Nous n'avons jamais pratiqué d'anesthésie locale.

tuellement présente après l'échauffement. Le repos strict n'a jamais été demandé.

Lors du contrôle à J45, les patients devaient donner leur appréciation sur l'efficacité du traitement en choisissant l'un des 5 items "Très Satisfait (TS), Satisfait (S), Insuffisant (I), Décevant ou Nul (D), Aggravé (A)". Nous n'avons retenu comme bons résultats que les appréciations TS et S. Aucun patient ne s'est jugé aggravé.

Respect des contre-indications

Les contre-indications classiques de ce type de traitement se sont avérées être un problème mineur dans notre domaine d'étude : ce sont la grossesse, les pathologies neurologiques, vasculaires ou infectieuses locales, les pathologies tumorales, la proximité du tissu pulmonaire, les troubles de la coagulation ou un traitement anti-coagulant en cours, et l'algoneurodystrophie. Les enfants ont été exclus.

Résultats

Les résultats figurent dans le Tableau 1.

	TS + S	I + D	PERDUS
Achille corps n = 76 nb de séances	73.7% 56 3.4	21% 16 3.4	5.3% 4
Achille insertion n = 5 nb de séances	40% 2 4.5	60% 3 4	
Aponévrosite n = 32 nb de séances	62.5% 20 3.6	37.5% 12 4.1	
Enthésopathie IJ n = 10 nb de séances	70% 7 3.6	10% 1 4.1	20% 2
Tendinite rotulienne n = 36 nb de séances	41.7% 15 3.4	55.5% 20 3.4	2.8% 1

Tableau 1 : Résultats observés dans les différents types de pathologie étudiés (TS + S = Très Satisfaisant + Satisfaisant ; I + D = Insuffisant + Décevant).

Commentaires

Cette évaluation n'a pas d'autre but que d'apprécier l'efficacité de la RSWT ressentie par le patient. La technique n'est pas comparée à une autre ni contre placebo (bien que les chiffres de résultats positifs soient a priori supérieurs au traitement placebo pour 3 de nos localisations).

Les résultats satisfaisants sont obtenus au prix d'un nombre de séances très limité et donc dans un laps de temps de traitement court. Ils ne sont probablement pas surévalués car il existe dans cette population de patients un bon nombre de sportifs de haut niveau (athlétisme surtout) très exigeants quant au résultat final et tirant plutôt les appréciations vers le bas. Nous avons détaillé nos résultats sur une série plus courte de tendons d'Achille en 2001⁽⁹⁾ : l'âge, la pratique du sport ou non, son niveau, l'ancienneté des symptômes et la notion de traitements antérieurs ou non ne semblaient pas avoir d'influence évidente.

A l'évidence, les résultats obtenus ne sont pas homogènes selon la localisation. En ce qui concerne la tendinite rotulienne, d'autres études (non encore publiées) obtiendraient de meilleurs résultats avec des "paramètres machine" différents.

Il faudrait pouvoir comparer ces chiffres préliminaires de RSWT à ceux des études utilisant l'ESWT. Citons celles de Gremion⁽⁴⁾ qui donne une appréciation globale positive de 85% à propos de 55 malades

au bout de 4 à 6 séances, et celle de Ogden (12) qui fournit un pourcentage de 56% de bons résultats après une seule séance sur l'aponévrosite plantaire dans le cadre d'une étude rigoureuse en double aveugle contre placebo et sous anesthésie sur une série de 302 patients. Il est plus difficile de tenir compte des publications allemandes RSWT et ESWT des années 90^(1, 2, 5, 6, 10, 11, 15, 16) car certains éléments "économiques" d'utilisation (tarification de la prise en charge par les systèmes d'assurances) peuvent avoir influencé les résultats obtenus...

Conclusion

Les pourcentages de satisfaction que nous avons obtenus pour un traitement aussi limité dans le temps et représentant une contrainte modérée pour le patient nous paraissent tout à fait dignes d'intérêt pour une méthode non invasive et comportant peu d'effets secondaires. Le fait que ce traitement soit douloureux ne doit pas être un obstacle à la méthode, on observe régulièrement une relative analgésie pendant et juste après la réalisation du traitement, au-delà d'un certain nombre de coups. La maniabilité de l'appareil est certainement un atout pour une utilisation simple en ville. D'autres protocoles d'évaluation sont actuellement en cours en France, portant également sur les tendinopathies du coude et de l'épaule.

Références

- 1 - Frölich T, Haupt G. Successful therapy of tennis elbow and calcaneal spur by ballistic shock waves : a prospective, randomized, placebo-controlled multicenter-study. Xème Congrès Européen de Médecine du Sport, Innsbruck, septembre 99.
- 2 - Frölich T, Haupt G. Radiale Stoßwellentherapie bei Leistungssportlern. Deutsche Zeitschrift Sportmedizin 1999 ; 50 : 115.
- 3 - Graff J, Richter KD, Pastor J. Effect of high energy shock waves on bony tissue. Urol Res 1988 ; 16 : 252.
- 4 - Gremion G, Augros R, GobeletCh, Leyraz PF. Efficacité de la thérapie par ondes de choc extra-corporelle dans les tendinopathies rebelles. J Traumatol Sport 1999 ; 16 : 117-121.
- 5 - Haupt G, Diesch R, Straub T, et al. Comparison of conventional extracorporeal shock-wave therapy and the new method of radial shock therapy in the treatment of calcaneal spurs. VIIIème Congrès Mondial de la Société Internationale de Recherche Orthopédique et Traumatologie, Sydney, avril 99.
- 6 - Haupt G, Diesch R, Straub T, et al. A new cost-effective treatment for calcaneal spur and tennis elbow : ballistic extracorporeal shock-wave therapy. IIème Congrès de la Société Européenne des Traitements par Ondes de Choc sur l'Appareil Locomoteur, Londres, mai 99.
- 7 - Haupt G, Haupt A, Gerety B, Chvapil M. Enhancement of fracture healing with extra-corporeal shock waves. J Urol 1990 ; 143 : 230.
- 8 - Haupt G, Haupt A, Ekkernkamp A, Gerety B, Chvapil M. Influence of shock waves on fracture healing. Urology 1992 ; 39 : 529-532.
- 9 - Labareyre H (de), Saillant G. Tendinopathies calcanéennes : formes cliniques et évaluation de l'efficacité des ondes de choc radiales. J Traumatol Sport 2001 ; 18 : 59-69.
- 10 - Lohrer H, Schöll J, Hirschmann M. Mechanical versus electromagnetic energy generation in extracorporeal shock-wave therapy (ESWT) of plantar fasciitis. IVème congrès de l'EFORT, Bruxelles, juin 99.
- 11 - Lohrer H, Schöll J, Haupt G. Prospektive, multizentrische und placebokontrollierte Studie zur Behandlung der Fasciitis plantaris/Fersensporn mit ballistisch generierten Stoßwellen. Comptendu du XIVème Congrès germano-austro-helvétique. J Traumatol Sport 2000 ; 17 : 55.
- 12 - Ogden JA, Alvarez R, Levitt R, Cross GL, Marlow M. Shock wave therapy for chronic proximal plantar fasciitis. Clin Orthop Rel Res 2001 ; 387 : 47-59.
- 13 - Peers K, Brys P, Lysens R. Power Doppler sonography measurement of tendon vascularity after ESWT. Muskuloskeletale Stoßwellentherapie (congrès), Mainz, mars 2001.
- 14 - Rompe JD, Rumler F, Hopf C, Nafe B, Heine J. Extracorporeal shock wave therapy in the treatment of near to bone soft tissue pain in sportsmen. Int J Sports Med 1996 ; 17 : 79.
- 15 - Rompe JD, Rumler F, Hopf C, Nafe B, Heine J. Extracorporeal shock wave therapy for the calcifying tendinitis of the shoulder. Clin Orthop 1995 ; 321 : 196-201.
- 16 - Schöll J, Lohrer H. Successful therapy of insertional tendinopathies of the elbow and heel by a new, unfocused shock-wave device : a prospective, randomized, blind study. IVème congrès de l'EFORT, Bruxelles, juin 99.
- 17 - Schöll J, Lohrer H. Radiale Stoßwellentherapie bei Insertionstendinopathien. Deutsche Zeitschrift Sportmedizin 1999 ; 50 : 115.
- 18 - Schöll J, Lohrer H. Radial extracorporeal shock-wave therapy for insertion tendinopathies. Int J Sports Med 1999 ; 20 : 5106.
- 19 - Straub T, Penninger E, Frölich, et al. Therapieerfolgender Stoßwellenbehandlung beim fersensporn : eine prospektive, multizentrische, placebokontrollierte Studie. Deutsche Zeitschrift Sportmedizin 1999 ; 50 : 115.
- 20 - ValchanovVD, Michailov. High energy shock waves in the treatment of delayed and nonunion fractures. Int Orthop 1991 ; 15 : 181-184.

LE QUOTIDIEN DU MEDECIN

Article du 18-Nov-2002 par Pierre GERMAIN

15^e congrès de la Société française de Rhumatologie (SFR)
Paris - CNIT - La Défense - 18 - 20 Novembre 2002

Ondes de choc : un traitement ad hoc !

Les ondes de choc peuvent constituer une alternative au traitement de certains rhumatismes abarticulaires. J. Bloch et coll. (Strasbourg) ont évalué l'intérêt de cette thérapeutique dans la tendinite chronique de l'épaule avec ou sans calcification, résistante au traitement médical classique (23 mois d'évolution en moyenne). Les 76 patients ont été évalués à distance du traitement qui a comporté en moyenne 3 séances. A 1 mois, les résultats ont été jugés excellents ou bons dans 72 % des cas et à 9 mois la satisfaction était encore plus importante avec 87 % de bons résultats. Les calcifications, lorsqu'elles étaient présentes initialement, ont disparu dans plus de deux tiers des cas. Cette technique non invasive, ne nécessitant ni repérage préalable ni anesthésie, paraît donc tout à fait appropriée dans les tendinopathies chroniques de l'épaule.

Dr Pierre GERMAIN

MODIFICATIONS HISTOLOGIQUES ET ULTRASTRUCTURELLES DES TISSUS MOUS INDUITES PAR LES ONDES DE CHOC

A. Ammendolia - G. Lotti - M. Mariconda - C. Milano

Département des sciences médicales - Université Magna Græcia - Catanzaro - Italie

Le traitement de pathologie inflammatoire des tissus mous par les ondes de choc est désormais largement répandu, même si les éventuelles modifications histologiques n'ont pas encore été éclaircies. Les études sur les tissus ont démontré certains effets biologiques provoqués par l'onde de choc, qui sont à l'origine de l'activation du processus de guérison du tissu.

Le but de cette étude est de mettre en évidence les modifications tissulaires induites chez l'homme par les ondes de choc à moyenne énergie, notamment au niveau du tissu ligamenteux et musculaire.

L'étude a été réalisée sur 2 patients, du sexe masculin, atteints d'une pathologie inflammatoire chronique de l'épaule, qui ont été soumis au traitement par ondes de choc radiales. Ces ondes de choc sont produites par un système pneumatique et elles sont émises par un applicateur en contact avec la peau tout autour de la zone douloureuse, jusqu'à une profondeur de 3,5 cm. Chaque patient a suivi un cycle de 4 séances hebdomadaires, qui consistait à appliquer 2000 coups par séance avec une énergie moyenne de 2,4 bars et une fréquence moyenne de 10 hertz.

Les patients contrôlés cliniquement à un intervalle d'un mois après le traitement, ont fait état d'une légère diminution de la douleur sans aucune amélioration de la fonctionnalité articulaire. Pour cette raison, compte tenu de la positivité de certains tests cliniques, des examens radiographiques et de la RMN le traitement chirurgical a été proposé.

Pendant l'intervention il a été fait un prélèvement de tissu musculaire et ligamenteux, respectivement au niveau du muscle sus-épineux et du ligament coraco acromial, zones soumises au traitement par ondes de choc.

Des préparations histologiques ont été réalisées à partir des tissus prélevés pour être étudiées par microscopie optique et électronique.

Aucune modification de type inflammatoire n'a été décelée par la microscopie optique. Les observations au microscope électronique ont mis en évidence la présence d'une sclérose hyalinose stromale au niveau du ligament, avec une augmentation de la production de collagène et de fibroblastes activés, contenant un gros réticulum endoplasmique rugueux. Dans le muscle il y avait une augmentation du tissu conjonctif interstitiel avec des fibrocytes contenant de nombreuses mitochondries sub-sarcolémiales et des inclusions lipidiques.

Ces observations préliminaires sur les modifications ultrastructurelles induites par les ondes de choc dans les tissus mous de l'homme ont démontré l'absence d'un processus inflammatoire en cours dans le ligament, ainsi que la présence d'un tissu de réparation. Au niveau musculaire, le plus intéressant a été la démonstration de l'accumulation sub-sarcolémiale de mitochondries, comme on l'observe dans les premières phases de développement d'une réaction fibreuse.

Article original

Gremion G. et al.

G. Gremion, R. Augros, Ch. Gobelet, P.-F. Leyvraz

Unité d'Orthopédie et de Traumatologie du sport,
Hôpital orthopédique de la Suisse romande, CH-1005 Lausanne

Efficacité de la thérapie par ondes de choc extra-corporelles dans les tendinites calcifiantes de l'épaule

Résumé

La tendinite calcifiante du sus-épineux est une affection fréquente, souvent asymptomatique. Elle évolue en trois stades distincts. Le traitement est fonction du stade évolutif de la maladie et des douleurs.

Depuis quelques années, les affections chroniques de l'appareil locomoteur ont bénéficié d'un nouveau traitement par application d'ondes de choc extra-corporelles. Une étude ouverte contrôlée a comparé au cours de l'année 1999 deux types d'appareil différents émettant des ondes de choc extra-corporelles (ESWT) chez 40 patients sportifs souffrant de douleurs chroniques de l'épaule depuis plus de 6 mois liées à une tendinite calcifiante. Tous les traitements appliqués préalablement s'étaient révélés inefficaces. Au cours de cette étude, nous avons observé une amélioration de la symptomatologie chez 83% des patients. Tous ont pu reprendre une activité physique sans limitation ni douleur. 17% des patients n'ont présenté aucune amélioration.

Sur la base de leur observation, les auteurs considèrent que ce nouveau type de traitement est efficace dans le traitement des tendinopathies chroniques rebelles de l'épaule avec calcifications. Ils sont cependant d'avis que d'autres investigations sont nécessaires pour préciser les connaissances sur les effets de ce traitement, en particulier sur de possibles effets secondaires à long terme.

Introduction

Parmi les causes fréquentes d'épaules douloureuses, on peut citer les calcifications de la coiffe des rotateurs. Cette affection autrefois décrite sous l'appellation de *péri-arthrite scapulo-humérale calcifiante (PSH)*, est actuellement citée sous le nom de *tendinite calcifiante*, ce qui semble plus en rapport avec le caractère évolutif et transitoire de cette pathologie.

Selon Welfling, l'incidence radiologique des calcifications de la coiffe des rotateurs varie de 2,7% à 20% des épaules asymptomatiques. Cette calcification siège principalement sur le sus-épineux bien qu'il ne soit pas rare d'observer une atteinte concomitante de plusieurs tendons. Cette affection touche principalement la femme et les professions sédentaires semblent plus exposées [2].

Aspect pathogénique

Certains auteurs ont attribué l'étiologie de la tendinite calcifiante à une maladie dégénérative liée à l'âge et à des traumatismes répétés du tendon entraînant une dégénérescence puis une nécrose des fibres de collagène, suivie d'une calcification [3]. Cette hypothèse ne paraît pas cliniquement confirmée puisque les tendinites calcifiantes ne sont pas plus fréquentes parmi les travailleurs de force que dans une population témoin. Une étude post mortem n'a d'ailleurs pas retrouvé de fréquence accrue de coiffe des rotateurs dégénérées du côté du bras dominant [4]. Plusieurs explications pathogéniques ont été proposées en fonction du stade évolutif de l'affection [5].

Stade de pré-calcification:

Le site de la future calcification est le siège d'une transformation fibro-cartilagineuse favorisée par une hypoxie locale ou des facteurs génétiques tels une fréquence accrue de HLA A1 comme l'ont décrit Sengar et al [6]. Selon ces auteurs, cette zone fibro-cartilagineuse contiendrait des chondrocytes dans une matrice plus ou moins métachromatique et serait le plus souvent avasculaire comme l'ont montré les études ultra-structurales.

Stade de calcification:

A ce stade, les cristaux d'hydroxyapatite sont déposés dans des vésicules de la matrice extra-cellulaire. Après fusion de ces vésicules, on constate un dépôt de cristaux plus important. Le tissu fibro-cartilagineux est progressivement érodé par ces dépôts calciques.

En microscopie électronique, ces dépôts apparaissent comme des structures arrondies contenant des cristaux grossièrement rectangu-

lares. Les analyses biochimiques ont démontré qu'il s'agissait de cristaux d'apatite avec, cependant, une configuration différente des cristaux d'hydroxyapatite classiques, étant notamment plus gros.

Le stade de résorption:

Ce stade fait suite à une période d'inactivité de durée variable ou à une crise hyperalgique. On constate l'apparition à la périphérie de dépôts calciques et d'une micro-vascularisation. Les calcifications sont entourées de macrophages et de cellules géantes qui phagocytent progressivement les cristaux. Ces derniers prennent alors à ce stade un aspect d'émulsion crayeuse [7].

Le stade de post-calcification:

L'espace laissé par la dissolution des calcifications est rapidement envahi par du tissu de granulation. La maturation de ce tissu aboutit à une cicatrice où les fibres de collagène et les fibroblastes vont s'aligner dans l'axe du tendon.

Aspect clinique

Moins d'une personne sur deux présentant une calcification de la coiffe des rotateurs visible radiologiquement présentera une épaule symptomatique. Cette symptomatologie peut être partiellement corrélée au stade évolutif de la maladie.

La douleur chronique du stade de calcification:

Cette douleur chronique est d'intensité variable et ne limite pas le mouvement du bras. Le patient est capable de localiser le point de douleur maximale qui se situe généralement antérieurement, en avant de la tête humérale. Cette douleur irradie souvent jusqu'à l'insertion du muscle deltoïdien mais aussi vers le bras et vers le cou. On constate une récurrence des douleurs nocturnes, surtout lorsque le patient se couche sur le côté incriminé. Cliniquement, on observe un arc douloureux situé entre 70 et 110° d'abduction. La symptomatologie douloureuse peut durer des mois.

La douleur aiguë de la phase de résorption:

La douleur aiguë de la phase de résorption entraîne généralement une importante impotence fonctionnelle. La douleur est telle que la mobilisation active ou passive est difficile, voire impossible. Cette symptomatologie, en l'absence de traitement, disparaît en une dizaine de jours et s'accompagne souvent de la disparition radiologique de la calcification.

Un tableau de douleurs subaiguës peut aggraver momentanément un tableau de douleurs chroniques signifiant une tentative infructueuse de résorption. Ces calcifications peuvent aussi disparaître spontanément sans symptomatologie douloureuse comme cela a été démontré par un suivi radiologique de 10 ans chez 9% des cas observés.

La douleur chronique de la phase de réparation:

Une douleur chronique peu intense et peu invalidante peut persister à la phase de réparation. Cette douleur précède la réorganisation de la cicatrice fibreuse du tendon [5].

Aspect radiographique:

Des radiographies standards de l'épaule de face en rotation interne et externe, neutres et de profil de coiffe doivent être effectuées. Les deux épaules sont à explorer du fait de la fréquence des atteintes bilatérales. Les calcifications du sus-épineux sont vues en rotation externe et neutre, celles du sous-épineux en rotation interne. Les calcifications du sous-scapulaire sont plus rares. L'incidence de profil de coiffe permet une bonne localisation de ces calcifications.

Durant la phase de calcification, les dépôts apparaissent arrondis ou ovalaires, bien homogènes et de taille variable. Durant la phase de résorption, les calcifications prennent un aspect plus hétérogène voire nuageux. Les contours sont imprécis. Elles peuvent se résorber plus ou moins complètement en migrant vers le bas dans la bourse sous-acromio-détoïdienne.

A noter que l'examen par IRM peut méconnaître ces calcifications puisque le signal est le même que celui du tendon normal.

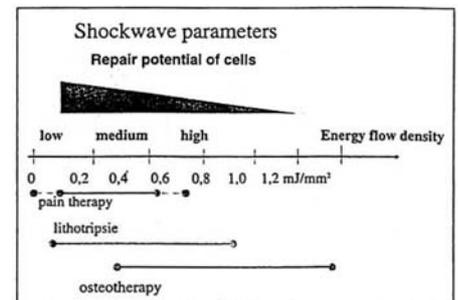


Figure 1: Tableau récapitulatif de l'action des ondes de choc extra-corporelles en fonction du flux d'énergie appliqué.

Aspect thérapeutique

C'est l'aspect évolutif de la maladie qui dictera le traitement. Durant la phase de formation, on associe souvent un traitement anti-inflammatoire à une rééducation. Ce mode de faire est souvent insuffisant et nécessitera une infiltration intra-articulaire complémentaire par une solution cortisonée permettant une sédation relative complète de la symptomatologie douloureuse par blocage du processus inflammatoire. Pendant la phase aiguë, ces infiltrations intra-articulaires sont fréquemment utilisées. Il est possible d'avoir recours également à des ponctions radio-guidées associées à des lavages pour tenter de dissoudre et aspirer les calcifications. L'intervention chirurgicale n'est proposée qu'exceptionnellement lorsque l'affection résiste au traitement médical.

Place de la thérapie par ondes de choc extra-corporelles (ESWT):

L'application d'ondes de choc extra-corporelles est une nouvelle technologie dont l'utilisation relève des domaines de l'urologie et de la chirurgie essentiellement pour le traitement des calcifications rénales, du tractus urinaire ou des voies biliaires. Cette technique a été introduite en orthopédie dès 1991 par Valchanov et Michailov dans les traitements des retards de consolidation et des pseudarthroses [8]. Dès 1992, l'application d'ondes de choc extra-corporelles a été utilisée avec succès dans le traitement des tendinopathies, en particulier dans les tendinites calcifiantes de l'épaule [9, 10]. Dès les printemps 1998, nous avons bénéficié d'un lithotriporteur Sonocur Plus (Siemens) et dès avril 1999 de l'appareil Swiss Dolor-Clast (EMS). Ces deux lithotripteurs sont équipés d'un système de délivrance d'ondes de choc extra-corporelles optimisées pour l'application au domaine de l'ortho-traumatologie. Ces deux systèmes diffèrent par le fait que l'un utilise des champs magnétiques (Sonocur Plus) et l'autre l'énergie mécanique (Swiss Dolor-Clast) pour la production des ondes de choc. L'appareil Sonocur Plus est équipé d'un ultrason ce qui permet un meilleur ajustement d'application. Avec le Dolor-Clast, l'intensité de la symptomatologie douloureuse permet de guider le traitement.

Matériel et méthode

40 patients souffrant depuis plus de 6 mois d'une tendinite calcifiante chronique de l'épaule ont été traités en étude ouverte. Tous ont donné leur consentement écrit. Chez chacun d'entre-eux, les traitements classiques utilisés dans ce type de tendinopathie avaient échoué. Il s'agissait essentiellement d'application de froid, d'étirements de proprioception, d'ultrasons et d'infiltrations par dépôt cortisoné. Le diagnostic de tendinite calcifiante a été posé sur la base de la clinique et des radiographies.

Les critères d'évaluation retenus ont été la douleur au repos, la douleur nocturne et la douleur lors de la pratique sportive quanti-

Matériel et Méthode:

- **Sonocur Plus**
 - Patients: 16
 - Age: 42,2 +/- 8
 - Durée: 6,4 +/- 5
 - 5 hommes
 - 11 femmes
 - Nombre de séances: - 6,1 +/- 1,1
- **Swiss Dolor Clast**
 - Patients: 24
 - Age: 47,3 +/- 12
 - Durée: 8,25 +/- 4
 - 9 hommes
 - 15 femmes
 - Nombre de séances: - 7,8 +/- 1,3

Tableau 1: Données cliniques.

fiées par l'échelle analogique visuelle (0-10) et la satisfaction globale attestée également par un score de 0-10. Cette évaluation a été réalisée au début du traitement et à la fin du traitement puis 2 mois après la fin de celui-ci.

Pour 16 patients, le traitement a été réalisé au moyen de l'appareil Sonocur Plus. Cet appareil permet une densité de flux d'énergie au foyer réglable en 8 niveaux de 0,04 mj/mm² à 0,05 mj/mm², permettant d'atteindre une pénétration des ondes acoustiques de 0 à 50 mm. 24 patients ont bénéficié du traitement par le Swiss Dolor-Clast. Cet appareil permet une densité de flux d'énergie de 0,02 mj/mm² à 0,1 mj/mm² permettant d'atteindre une pénétration des ondes acoustiques de 0 à 15 mm.

Dans tous les cas, l'onde de choc est délivrée sous forme d'impulsions avec des possibilités comprises entre 1 et 5000 impulsions/séance, la fréquence de ces impulsions étant de 1 à 4 Hz pour le Sonocur Plus et de 1 à 16 Hz pour le Swiss Dolor-Clast.

Le tableau 1 résume les effets thérapeutiques attendus en fonction du flux d'énergie par ce type d'appareil.

Selon les directives du fabricant, nous avons appliqué 1500 impulsions par séance à une fréquence de 2 Hz à raison d'une séance par semaine chez les 16 patients traités par Sonocur Plus. Les 24 patients traités par le Swiss Dolor-Clast ont bénéficié de 2000 impulsions par séance à la fréquence 4 Hz. Dans les deux cas, l'intensité a été modulée en fonction de la tolérance du patient.

L'évaluation statistique a été faite sous la forme de moyenne et d'écart-type par analyse des données paramétriques en suivant l'évolution intra-groupe par analyse des variances (Anova). Le seuil de significativité a été établi à 0,05.

Résultats

Les caractéristiques cliniques de nos patients sont résumées sur le tableau 1. Il s'agit de 14 hommes et 26 femmes âgés en moyenne de 45 ans. La durée du symptôme est en moyenne de plus de 6 mois avec une incapacité à pratiquer normalement leur sport de prédilection (golf, tennis) de même durée. Les résultats ont été classés comme bons à excellents chez plus de 83% des patients. En effet, 7 patients (17%) n'ont pas répondu au traitement. Dans 3 cas, il y a eu une exacerbation des douleurs et dans 4 cas aucune amélioration.

Le tableau 2 montre l'évolution de l'amélioration du paramètre satisfaction globale qui comprend la diminution de la douleur au repos et nocturne (P = 0,001). Les 33 patients qui ont répondu favorablement au traitement ont tous repris leur activité sportive sans douleur ni gêne. Au contrôle, 2 mois après la fin du traitement, l'état de satisfaction s'est maintenu.

Il n'y a pas de différence significative entre les résultats obtenus par les 2 appareils.

Résultats:

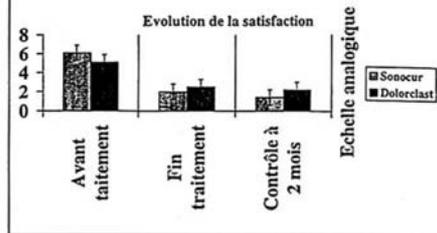


Tableau 2: Evolution de la satisfaction globale (douleur au repos, douleur nocturne, activité sportive). L'amélioration de ces paramètres est statistiquement significative (P = 0,001). L'amélioration est plus importante avec le Sonocur, bien que statistiquement non-significative.

Discussion

Le traitement d'une tendinite chronique calcifiante de l'épaule est peu satisfaisant par les moyens classiques. Pour les sportifs qui en souffrent, la qualité de la pratique sportive s'amenuise en raison des douleurs, en raison de l'inefficacité des traitements habituels. L'injection intra-articulaire d'un dépôt cortisoné reste souvent efficace. Elle ne peut malheureusement être répétée indéfiniment. La thérapie par ondes de choc extra-corporelles utilisée dans 40 cas de tendinopathies calcifiantes chroniques rebelle a donné d'excellents résultats puisque seuls 17% des patients n'ont été guéris ou nettement améliorés par le traitement. L'effet de la thérapie a perduré puisque deux mois après la fin du traitement, le bénéfice sur la douleur était toujours présent sans limitation de la pratique sportive normale. L'application de ce type d'ondes apparaît donc particulièrement intéressante. Nos résultats confirment d'autres études antérieures dont celle de Rompe et al. [10]. Dans cette étude, la durée de l'affection était de 25 mois et l'application d'ondes de choc a été effectuée en anesthésie plexulaire. Le score de Constant a permis l'appréciation des résultats. Le score moyen s'est amélioré de 43 avant le début du traitement à 78, 12 semaines après la fin de la thérapie. Dans 57% des cas, la calcification avait soit disparu, soit diminué de volume.

Plus récemment, W. Brunner et al. rapportent les résultats de 167 patients traités par ce même type de thérapie. Là encore, l'amélioration quantifiée par l'échelle de satisfaction avoisine les 80% [11].

L'application d'ondes de choc extra-corporelles est efficace rapidement puisque dès la 3^{ème} séance, souvent après un épisode d'augmentation aiguë, les douleurs régressent de manière significative. Pendant le traitement, nous avons exigé un repos sportif complet. Dès la fin de la dernière séance d'application, une reprise progressive des activités sportives a été autorisée. Dans les cas où le traitement s'est avéré efficace, cette reprise a pu s'effectuer sans aucune gêne fonctionnelle ni médication adjuvante.

Nous n'avons observé aucun effet secondaire important hormis une augmentation des douleurs initiales rapportées par la plupart des patients ainsi qu'une rougeur locale à l'endroit d'application. Cette observation corrobore les données de la littérature [8, 10]. Ces réactions secondaires sont analogues à celles observées lors de l'utilisation de l'ultrason.

L'explication d'une supériorité du traitement obtenue par Sonocur Plus est le fait qu'avec cet appareil, il est possible de repérer échographiquement la lésion préalablement ce qui permet une meilleure focalisation du traitement. En outre, cet appareil, plus puissant que le Swiss Dolor-Clast, permet une plus grande pénétration, donc d'atteindre les calcifications plus profondément situées.

Les mécanismes d'action de la thérapie par ondes de choc extra-corporelles demeurent encore inexplicables. Certaines analogies existent avec les ultrasons conventionnels tel l'effet de

cavitation observé à l'arrière de l'onde de choc. On postule l'existence d'un possible effet analgésique par inhibition des fibres nociceptives et une lyse des calcifications cicatricielles des structures musculo-tendineuses. Cette dernière hypothèse paraît séduisante et pourrait expliquer partiellement l'action des ondes de choc extra-corporelles. En effet, les travaux d'Amaraux et al. [12] ont montré que lors de tendinopathies chroniques des épicondyles, il y a une calcification progressive du fibro-cartilage à la jonction ténososseuse. Ces auteurs invoquent cette pathogénie pour expliquer la survenue des épicondylites de surcharge. L'effet destructeur des ondes de choc extra-corporelles sur les dépôts calcifiés pourrait être expliqué par l'augmentation du débit circulatoire local induit par la thérapie par ondes de choc. En tout cas, des échographies faites 24 heures après l'application ont mis en évidence une importante réaction inflammatoire autour de la zone d'application. L'augmentation du débit circulatoire et la réaction inflammatoire induite par la thérapie par ondes de choc pourraient minimiser les nécroses focalisées. Ces hypothèses cependant demandent confirmation.

Ainsi donc, cliniquement, les observations après thérapie par ondes de choc extra-corporelles montrent des résultats cliniques satisfaisants, il nous paraît important que des travaux complémentaires soient réalisés, notamment des études en double insu pour confirmer nos résultats cliniques et des résultats fondamentaux pour mieux cerner le mode d'action de cette nouvelle thérapie.

Correspondance:

Dr G. Gremion, Spécialiste FMH, Médecine physique et rhumatologie, Hôpital Orthopédique, Avenue P-Decker 4, 1005 Lausanne

Bibliographie

- 1 Welfing I., Kahn M.F., Desroy M., Paolaggi J.P., De Sèze S.: La maladie des calcifications tendineuses multiples. Rev. Rhum., 32: 325-334, 1965.
- 2 Uthoff H.K., Sarkar K., Maynar J.A.: Calcifying tendinitis. Clin. Orthop., 118: 164-168, 1976.
- 3 Herberichs P., Kadefors R., Hoyfors C., Sigholm G.: Shoulder pain and manual labor. Clin. Orthop., 191: 166-178, 1984.
- 4 Olsson O.: Degenerative changes of the shoulder and their connection with shoulder pain. Acta Chirurgica Scandinavica, suppl. 181: 1-110, 1953.
- 5 Uthoff H.K., Sarkar K.: Calcifying tendinitis. Baillière's Clinical Rheumatology 3: 567-581, 1989.
- 6 Sengar D.P.S., Mc Kendry R.J., Uthoff H.K.: Increased frequency of HLA-A1 in calcifying tendinitis. Tissue antigens, 29: 173-174, 1987.
- 7 Gärtner J., Simons B.: Analysis of calcific deposits in calcifying tendinitis. Clin. Orthop., 254: 111-120, 1990.
- 8 Valchanov V.D., Michailov P.: High energy shock waves in the treatment of delayed and non union of fractures. Int. orthop. 15: 181-184, 1991.
- 9 Dahmen G.P., Meiss L., Nam V.K., Skruodius B.: Extracorporelle Stosswellentherapie im knochenannalen Weichteilbereich an der Schulter. Extracta Orthopædica: 25-28, 1992.
- 10 Rompe J.D., Rumler F., Hoff C., Nafe B., Heine J.: Extracorporeal shock wave therapy for calcifying tendinitis of the shoulder. Clin. Orthop. 321: 196-201, 1995.
- 11 Brunner W. et al.: Die extracorporelle Stosswellentherapie im Rahmen der orthopädischen Schmerztherapie: 2-Jahres-Ergebnisse in 899 Fällen. Orthopädische Praxis 35: 12, 777-780, 1999.
- 12 Amouroux J., Rodineau J., Guillaud G.: Les enthésopathies tendineuses en pathologie du sport. J. Traumatol. Sport 9: 156-158, 1992.

RESULTAT ET TOLERANCE A COURT TERME DE LA THERAPIE PAR ONDE DE CHOC RADIAL EN PATHOLOGIE ABARTICULAIRE

Docteur M. GENTY, C.R.F « La Roseraie », 76310 SAINTE-ADRESSE
Docteur V. BENARD, CHU de Caen, Avenue Georges Clémenceau, 14033 CAEN Cedex

Objectif : Essai ouvert se proposant de tester l'efficacité antalgique de la thérapie extra corporelle par onde de choc radial (TEOC) du Swiss Dolor Clast dans le cadre des pathologies abarticulaires rencontrées en médecine du sport et en rééducation sur deux sites différents.

1) Méthodes et matériels

- Critères d'inclusion : Les patients de tout âge, des deux sexes, présentant une pathologie abarticulaire, toutes les localisations étant admises. Tout traitement en cours sera poursuivi : AINS, antalgique (au même dose), aucun nouveau médicament ne sera introduit pendant l'essai. Le patient n'a pu eu d'infiltration corticoïde ou de physiothérapie dans les huit jours précédant l'essai.
- Modalité de traitement : Le Swiss Dolor Clast est appliqué en loco-dolenti de manière hebdomadaire sur une fréquence initiale de 10 Hertz avec un nombre de 2000 coups par séance.
- Mode d'évaluation : - Subjective par le patient à l'aide d'Echelle Visuelle Algométrique de Huskinson (EVA) avant la séance, en cours de séance, 10 minutes après la séance.
- Objective par le thérapeute : douleur à la palpation, la mise sous tension lors de mouvements contrariés.

2) Population : 34 patients inclus, 27 dossiers exploitables soit 62 séances de soins

- Caractéristique de l'échantillon : La population comporte 14 hommes, 13 femmes, d'âge moyen de 41,3 ans (18-69).
52 % de sportifs pour 48 % de sédentaires
- Répartition des atteintes :
 - Membre supérieur 10 soit 37 %, - Membre inférieur 16 soit 54 %, - Région lombaire 1 soit 4 %
 - Classification des atteintes :
 - tendinite : rotulienne(3), épicondylite(8), épitrochléite(1), patte d'oie(2), achille(2), ischio jambiers(1), tenseur du fascialata(1)
 - ligamentite : genou(1), iliolumbaire(1)
 - entésite : épine calcanéenne(3), moyen fessier(1), angulaire(1)
 - aponévrosite : plantaire(2)
 - Type de douleurs : 19 % de douleurs aiguës (0 à 6s), 33 % de récentes (6s à 6 mois), 48 % de douleurs chroniques (> 6 mois)
durée moyenne de la douleur : 17,3 mois (2s à 120 mois)
 - Classification des résultats : en trois catégories
 - Réussite : disparition totale de la douleur à l'EVA
 - Amélioration : diminution \geq de 50 % de la douleur à l'EVA
 - Echec : diminution < de 50 % de la douleur de l'EVA, ou aggravation de la douleur

3) Résultats :

- * Résultat global : ce type d'essai, réalisé sur 27 patients objective un taux de réussite de 33 %, un taux d'amélioration de 41 %, un taux d'échec de 26 %.
- * Résultat suivant la pathologie :
 - Les tendinites : 5 échecs, 7 améliorations, 6 réussites
 - Les ligamentites : 1 échec, 1 amélioration
 - Les entésites : 1 échec, 2 améliorations, 2 réussites
 - Les aponévrosites : 1 amélioration, 1 réussite

Le nombre moyen de séances est de 2,2 seul deux patients ont eu 6 séances.

* Résultat suivant la douleur :

- EVA moyenne sur les 62 séances est à 36,4 mm avant la séance et à 20,5 mm après la séance, soit une amélioration de la douleur de 26 %.
- Selon la durée de l'évolution :
 - douleurs aiguës : 1 échec, 3 améliorations, 1 réussite,
 - douleurs récentes : 1 échec, 5 améliorations, 3 réussites,
 - douleurs chroniques : 5 échecs, 3 améliorations, 5 réussites.

4) Tolérance :

- La douleur : la séance de soins est douloureuse avec une augmentation moyenne de la douleur par deux durant la séance, pour obtenir une diminution de la douleur de 60 % après la séance. Chez quatre patients, la séance a entraîné une aggravation de la douleur en fin de soins.
- Réactions locales : un hématome et deux érythèmes.

5) Discussion : Le résultat est satisfaisant, le taux de réussite et d'amélioration global est de 74 % voisin de la littérature.

L'analyse des échecs fait ressortir que tous nos patients qui ont eus un problème de tolérance local (2 cas) ou d'aggravation de la douleur (4 cas) font partis des échecs, soit 6 sur 7 cas. Contenu de ces éléments, il est nécessaire de réaliser une étude complémentaire pour savoir si il faut alors modifier le protocole de fréquence ou arrêter les séances du fait du risque d'échec.

6) Conclusion : La thérapie par onde de chocs radials est simple de mise en oeuvre avec des bons résultats (74 %), mais dont les protocoles d'application doivent être affinés.

Haupt. G et al. A new cost-effective treatment for calcaneal spur and tennis elbow : ballistic extracorporeal shock wave therapy.
2nd congress ESMST London 1999.

Schöll. J. Lohrer. H. Successful therapy of insertional tendopathies of the elbow and heel by a new, radial shock wave device. A prospective, randomized, blind study.

4th congress EFORT Brussels 1999.



**"I FEEL
GOOD"**



EMS - SWISSQUALITY.COM

EMS FRANCE
Immeuble «Santos Dumont», Bât. D
23, avenue Louis Bréguet
F-78140 Vélizy-Villacoublay

Tél. : 01 34 58 03 80
Fax : 01 34 58 03 90
E-Mail : info@ems-france.fr
www.ems-medical.com