



Disponible en ligne sur

ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

EM|consulte
www.em-consulte.com



Mémoire original

Érosion in vivo de vis orthopédiques préparées à partir de la nacre d'huître perlière[☆]



In vivo erosion of orthopedic screws prepared from nacre (mother of pearl)

H. Libouban^{a,1}, F. Pascaretti-Grizon^{a,1}, G. Camprasse^b, S. Camprasse^b, D. Chappard^{a,*}

^a GEROM – groupe études remodelage osseux et biomatériaux, IRIS-IBS institut de biologie en santé, CHU d'Angers, université d'Angers, 49933 Angers cedex, France

^b MEGA BIO PHARMA, 91560 Crosne, France

INFO ARTICLE

Historique de l'article :

Reçu le 28 décembre 2015

Accepté le 29 juin 2016

Mots clés :

Nacre

Vis orthopédiques

Nanotomographie

Imagerie 3D

Géométrie fractale

Biodégradation

RÉSUMÉ

Introduction. – Des biomatériaux biodégradables ont été proposés pour préparer des dispositifs orthopédiques. La nacre est un matériau naturel bioérodable à base d'aragonite (carbonate de calcium).

Hypothèse. – Nous postulons que la nacre est biodégradable sans provoquer d'ostéolyse et favorise l'apposition osseuse.

Matériel et méthodes. – Nous avons préparé des vis orthopédiques avec la nacre de l'huître géante *Pinctada maxima*. Des vis filetées (diamètre 3,5 mm) ont été implantées chez 6 brebis dans la métaphyse tibiale supérieure (3 à 4 vis par animal). Leur trajectoire était transcorticale et intramédullaire jusqu'à la corticale opposée. Les animaux ont été stabulés pendant 3 mois ($n=2$) et 6 mois ($n=4$). Ils n'ont pas développé d'inflammation locale. Avant l'euthanasie, ils ont reçu un double marquage par la calcéine. Les échantillons osseux ont été analysés par nanotomographie aux rayons X et histologie après inclusion en poly(méthyl méthacrylate). La dimension fractale des contours des vis (mesurée par la méthode des boîtes) a été utilisée pour quantifier l'érosion de surface.

Résultats. – La nanotomographie 3D a montré une érosion progressive des filets des vis qui a été confirmée par une réduction de la dimension fractale. Histologiquement, des cellules multinucléées (d'aspect non ostéoclastique) étaient visibles à la surface des vis. Aucune membrane ondulée n'a été vue au pôle basal de ces cellules, mais elles avaient des extensions dans la matière organique de la nacre, entre les plaquettes d'aragonite. L'apposition osseuse a été notée dans la zone transcorticale des vis avec ostéoconduction à partir de l'endoste. La vitesse de minéralisation était augmentée dans ces zones composées d'os non lamellaire en contact avec la nacre.

Discussion et conclusion. – Des vis préparées à partir de nacre ont l'avantage d'une résorption in vivo par des cellules de nature macrophagique et une ostéoconduction en contact avec le matériau sans déclenchement de réaction inflammatoire locale.

© 2016 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

1. Introduction

Des dispositifs orthopédiques biodégradables tels que des vis osseuses ou des vis d'interférence ont été développés au cours des dernières décennies. Leur intérêt est que la dégradation spontanée

dans l'organisme ne nécessite pas une seconde intervention chirurgicale pour leur retrait. Contrairement aux implants métalliques, ils assurent, lors de la cicatrisation, un transfert progressif des charges à l'os [1]. Certains polymères, tels que les acides polylactique ou polyglycolique et leurs copolymères ont été proposés. Bien qu'ils se soient avérés intéressants, un certain nombre de publications font état d'effets secondaires (tels qu'une inflammation) pendant la biodégradation de ces matériaux [2,3].

D'autres substituts existent pour la fabrication de dispositifs bioérodables. La nacre provenant de la coquille de l'huître géante *Pinctada maxima* est un matériau naturel composé de carbonate de calcium associé à une matière organique à base de chitine. Sa structure est constituée de plaquettes d'aragonite polygonales aplaties

DOI de l'article original : <http://dx.doi.org/10.1016/j.otsr.2016.06.012>.

[☆] Ne pas utiliser, pour citation, la référence française de cet article, mais celle de l'article original paru dans *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, en utilisant le DOI ci-dessus.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : daniel.chappard@univ-angers.fr (D. Chappard).

¹ HL et FP-G ont participé de façon équivalente à ce travail.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rcot.2016.07.018>

1877-0517/© 2016 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

et cimentées par la phase organique. Ceci entraîne une résistance mécanique 1000 fois supérieure aux cristaux inorganiques [4]. La coquille de l'huître est usinée pour préparer des dispositifs orthopédiques avec des propriétés biomécaniques appropriées. Lorsque de la nacre est implantée dans l'os, il se produit une réaction caractérisée par une érosion de surface en raison d'un environnement ionique. La bioérosion peut être améliorée par des traitements spécifiques et elle précède une apposition osseuse par les ostéoblastes [5–7]. Toutefois, la cinétique de la bioérosion de la nacre n'a pas été caractérisée avec précision après implantation *in vivo*.

Les objectifs de la présente étude étaient d'évaluer la bioérosion de la nacre et l'apposition osseuse *in vivo* dans un modèle ovin. Des vis en nacre ont été implantées dans la métaphyse tibiale pendant 3 et 6 mois. La biodégradabilité a été étudiée sur les images des vis en nanotomographie computerisée (nanoCT) et la résorption des filets a été évaluée par analyse fractale. L'apposition osseuse a été évaluée après double marquage de l'os par la calcéine. Nous avons supposé que la bioérosion de la nacre n'entraînait pas d'effet inflammatoire et nous avons recherché :

- si la biodégradabilité pouvait être visualisée et quantifiée dans un temps raisonnable, compatible avec la cicatrisation osseuse ;
- quelle cellule est responsable de la bioérosion *in vivo* en association avec l'apposition osseuse.

2. Matériel et méthodes

2.1. La nacre

Des vis et des plaques orthopédiques ont été préparées à partir de la coquille intérieure de *P. maxima* provenant d'un parc à huîtres en Indonésie. Les huîtres avaient environ 20 cm de diamètre, correspondant à un âge moyen de 7–12 ans. Les dispositifs ont été obtenus par un processus associant des traitements physico-chimiques, un usinage et des revêtements fournissant un matériau semi-synthétique hybride. Les dispositifs ont été stérilisés par rayonnement γ à 25 Gy et stockés jusqu'à utilisation.

2.2. Procédé chirurgical

Six brebis (souche Île-de-France) ont été obtenues à partir d'un centre d'élevage à Bourges (France). Les animaux (âge ~ 8 mois) ont été transférés au Centre de recherche biomédicale à l'École nationale vétérinaire d'Alfort et acclimatés pendant 5 jours. L'expérience a été menée selon les principes éthiques appliqués aux études animales et les bonnes pratiques cliniques (autorisation Cometh/ENVA/UPEC N° 2-013). Avant l'intervention, les animaux ont reçu une prémédication par thiopental de sodium. L'anesthésie générale a été induite par perfusion intraveineuse de kétamine (1 mg/kg) et, après une intubation trachéale, puis maintenue avec



Fig. 1. Plaque en nacre en forme de T appliquée à la surface du périoste. La plaque peut recevoir 4 vis également préparées avec de la nacre. Le biomatériau est facilement identifié par ses propriétés d'iridescences optiques.

de l'isoflurane. La surveillance cardiaque, le pouls et les gaz inspirés ont été enregistrés au cours de la durée de l'intervention. L'extrémité tibiale supérieure a été exposée par une voie d'abord latérale. Des trous adaptés aux vis de nacre ont été forés avec une perceuse électrique. Des plaques de nacre (pouvant recevoir quatre vis) ont été placées sur la surface périostée après élimination des tissus fibreux (Fig. 1). Les vis ont été implantées dans les trous forés jusqu'à ce qu'elles soient ancrées dans la corticale opposée. L'incision a été refermée avec des fils résorbables. De la benzyl pénicilline–dihydrostreptomycine intramusculaire a été donnée comme antibiothérapie prophylactique. La douleur a été évitée par injection de morphine (0,1 mg/kg) toutes les deux heures pendant l'intervention et à 20 mg/SC pendant 5 jours post-chirurgie. Un double marquage a été fait par injections intramusculaire de calcéine (Aldrich-Sigma) (12 et 2 jours avant l'euthanasie, 10 mg/kg). Les brebis ont été sacrifiées au bout de 3 mois ($n=2$) et 6 mois ($n=4$) par une injection intraveineuse de pentobarbital sodique. Les os ont été prélevés et fixés au formol. Dix-huit vis ont été placées dans cette série (5 dans le groupe 3 mois et 13 dans le groupe 6 mois).

2.3. Nanotomographie computerisée

Les échantillons osseux ont été scannés dans le fixateur à l'aide d'un nanoCT (Nanotom, Phoenix, Allemagne) à 100 kV,

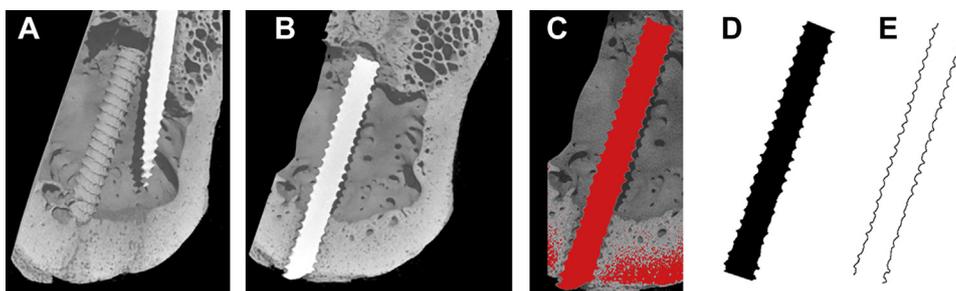


Fig. 2. Principes d'identification des contours des vis sur les coupes nanoCT. A. Image nanoCT d'un tibia de brebis du groupe 3 mois ; la vis la plus en profondeur est placée parallèlement au plan de l'image. B. Un plan de coupe a été placé au centre de la vis, parallèlement à son axe longitudinal afin d'éliminer les structures non pertinentes (par exemple, l'os cortical et la seconde vis). En raison de la teneur élevée en calcium de la nacre par rapport à l'os, la vis apparaît en blanc. C. L'image est seuillée : la nacre et les pixels aberrants sont détectés, ces derniers sont éliminés. D. Contours de la vis obtenus sur une image binarisée. E. Les contours de vis sont automatiquement extraits et utilisés pour la détermination de la dimension fractale.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/5712064>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/5712064>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)