



La croissance osseuse interne dans le matériau à forte porosité Trabecular Metal™ : évaluation avec des modèles canins et humains

Kim Bradbury,¹ Celia Clemente de Arriba,² Miguel Angel Alobera Gracia,³ Do-Gyoon Kim,⁴ Mariano Del Canto Pingarron,³ Jin Whan Lee,¹ Hai Bo Wen¹
¹Zimmer Dental Inc., Carlsbad, CA; ²Facultad de Medicina, Universidad de Alcalá, Madrid, Spain; ³Collaborating Professor, University of León, León, Spain; ⁴Division of Orthodontics, College of Dentistry, The Ohio State University, Columbus, OH

1 Contexte

Le matériau à forte porosité *Trabecular Metal*™ (TM)* est utilisé dans des implants dentaires et orthopédiques afin d'accroître l'ostéointégration classique par une croissance osseuse¹ supplémentaire au sein du biomatériau. Deux études, menées respectivement sur des canidés et des humains³, ont été menées afin d'évaluer la croissance osseuse dans le matériau TM pendant 2 à 12 semaines de cicatrisation enfouie.²

2 Méthodes

Modèle canin: Ce volet de l'étude a été approuvé par le Comité institutionnel sur la protection et l'utilisation des animaux de l'Université d'État de l'Ohio. Huit chiens mâles sains d'un an ont été répartis en 4 groupes (2 chiens par groupe) pour lesquels l'explantation était prévue respectivement après 2, 4, 8 et 12 semaines de cicatrisation. Lors de la première étape chirurgicale, 4 prémolaires inférieures ont été extraites bilatéralement en suivant une technique atraumatique afin de préserver les poches d'extraction. Les sites d'extraction ont été suturés et laissés à cicatriser pendant 3 mois. Lors de la deuxième phrase chirurgicale, 3 implants dentaires filetés et coniques comportant une section médiane au TM ont été posés dans les marges inter-alvéolaires entre les sites d'extraction dans la mandibule de chaque chien. Le tissu osseux nouvellement formé a été marqué par une injection intraveineuse de calcéine (12,5 mg/kg). Pour le groupe à 2 semaines, les chiens n'ont reçu qu'une injection, le 5e jour. Pour les groupes à 4, 8 et 12 semaines, les injections ont été administrées deux fois, le 11e jour et 4 jours avant l'euthanasie. Immédiatement après l'euthanasie, les mandibules ont été disséqués et des sections de blocs ont été récupérées pour réaliser une analyse histomorphométrique et une microscopie électronique à balayage (MEB/EDX). Le trichrome de Goldner (TG) a permis de distinguer l'os mature (bleu-vert) du matériau ostéoïde (orange vif).

Modèle humain: Ce volet de l'étude a été approuvé par le comité d'examen institutionnel de l'Université de León (Espagne). Les actes chirurgicaux ont été effectués à l'Université de León, puis le traitement histologique et les analyses ont été menés à l'Université d'Alcala (Espagne). L'étude a porté sur 23 sujets sains porteurs d'implants et présentant un espace édenté d'au moins 7 mm de largeur. Un ou plusieurs cylindres de TM de 3 x 5 mm ont été placés entre les implants dentaires existants ou en distal à ceux-ci. Les sujets ont été répartis en 4 groupes (6 cylindres par groupe) pour lesquels l'explantation des cylindres était prévue respectivement après 2, 3, 6 et 12 semaines de cicatrisation enfouie. Des ostéotomies ont été préparées et les cylindres ont été placés au ras de la crête mandibulaire ou maxillaire, puis recouverts par le tissu mou. Aucune membrane barrière n'a été utilisée. Lors de leur récupération après le délai prévu, les cylindres de matériau TM ont été explantés avec des trépan de 5,0 mm et marqués pour indiquer leur orientation au moment de la pose. Ils ont ensuite été tam-

ponnés dans une solution à 10 % de formaldéhyde, puis traités histologiquement. Les lames ont été colorées pour identifier les cellules (hématoxyline-éosine), le tissu ostéoïde (trichrome de Masson) et les marqueurs de l'os trabéculaire en développement et existant (bleu de toluidine).

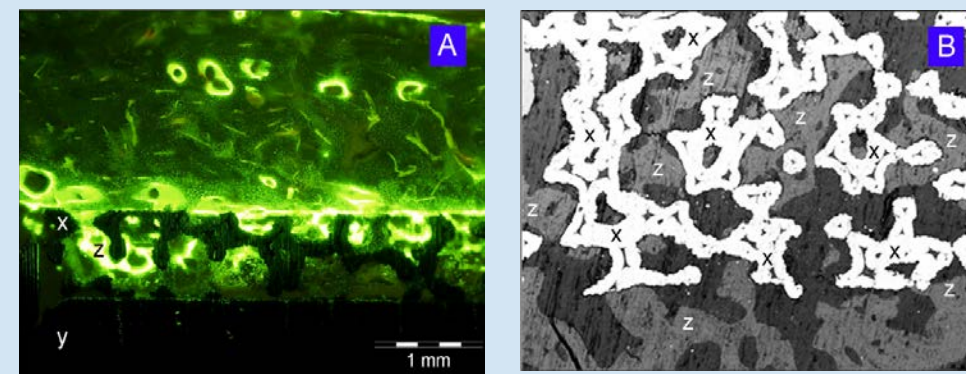


Figure 1 : Modèle canin: la croissance osseuse (z) dans le matériau au tantale poreux (x) au-dessus du substrat de titane (y) de l'implant à 2 semaines (calcéine) (A); l'imagerie rétrodiffusée montre une nouvelle croissance osseuse interne (z) dans le matériau poreux (x) à 12 semaines (B).

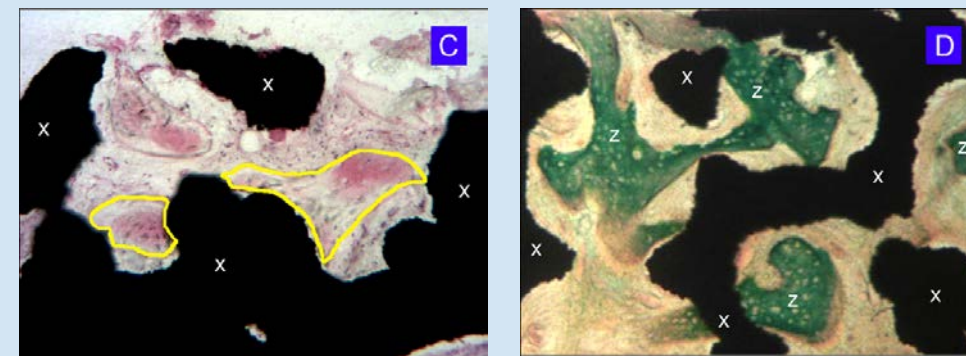


Figure 2: Modèle humain: os trabéculaire nouvellement formé et partiellement entouré par un front d'ostéoblastes (à l'intérieur des lignes jaunes) dans un pore périphérique à 3 semaines (trichrome de Masson) (C); os trabéculaire avec tissu ostéoïde (z) le long des bords, à l'intérieur du matériau poreux à 12 semaines (trichrome de Masson) (D).

3 Results and Discussion

Aucune complication n'a été notée dans les deux modèles pendant la cicatrisation. La croissance osseuse était significativement plus élevée à la semaine 12 qu'aux semaines 2, 4 et 8 ($p < 0,024$). L'imagerie MEB et les graphiques montrent de grandes quantités de calcium et de phosphore (les principaux composants du minéral osseux) à l'intérieur du biomatériau dès 2 semaines après l'implantation (Fig. 1). Chez les sujets humains (Fig. 2), les lames colorées à l'hématoxyline et à l'éosine, au bleu de toluidine et au trichrome de Masson montrent à deux semaines une formation prolifique

de vaisseaux sanguins et une perfusion de tissu à l'intérieur du TM. À 3 semaines, des ostéoblastes et la formation de nouvel os ont été observés à l'intérieur du biomatériau poreux. De 3 à 12 semaines, une formation osseuse progressive a été observée au contact avec les surfaces et à l'intérieur des pores intérieurs du TM.

4 Discussions

La formation d'os viable a été observée dans les pores de TM au bout de 2 semaines chez les sujets canins et 3 semaines chez les sujets humains. Il a été postulé que le matériau TM peut permettre aux cellules ostéogéniques et angiogéniques actives de migrer en profondeur dans les pores internes et de contribuer peut-être à la formation osseuse. Dans le modèle transcortical canin, de l'os nouvellement formé a été observé à l'intérieur du TM à 2 semaines. Le modèle humain a été la première étude à documenter le processus de formation de nouvel os à l'intérieur du matériau *Trabecular Metal* au niveau histologique. Les deux modèles de cette étude ont montré une ostéo-intégration progressive et une croissance osseuse interne dans les cylindres poreux; toutefois, la cicatrisation a été significativement plus rapide chez le chien que chez l'homme.

5 Conclusion

Tant dans le modèle canin que dans le modèle humain, le TM a présenté une ostéointégration progressive et la formation de nouvel os et de nouveaux vaisseaux sanguins à l'intérieur des pores du matériau, en un processus appelé osseoincorporation.³ À deux semaines, chez les sujets humains, les cylindres poreux de TM présentaient de nouveaux vaisseaux sanguins et cellules ainsi qu'une perfusion tissulaire qui a ensuite entraîné la formation de nouvel os à partir de la 3e semaine.

5 Références

1. Bobynd JD, et al. Characteristics of bone ingrowth and interface mechanics of a new porous tantalum biomaterial. *J Bone Joint Surg Br* 1999;81(5):907-914.
 2. Kim DG, et al. Bone ingrowth and initial stability of titanium and porous tantalum dental implants: a pilot canine study. *Implant Dent* 2013;22(4):399-405.
 3. Clemente de Arriba C, et al. Osseoincorporation of porous tantalum cylinders implanted in human subjects: 12-week interim results. 28e conférence annuelle de l'Academy of Osseointegration, Tampa, Floride, 7-9 mars 2013.
- Note: Trabecular Metal est une marque déposée Zimmer Dental Inc.

