

travail vise à évaluer expérimentalement les limites du déplacement médullaire et l'influence sur ceux-ci de la section des racines et l'hypotension.

Matériel et méthodes.— On a réalisé une étude expérimentale sur 12 porcs domestiques, divisés en trois groupes selon la technique de déplacement : écarteur médullaire ($n=4$), traction des moignons de racines ($n=4$) ou torsion ($n=4$). On exposait la moelle dorsale et on procédait au déplacement de façon progressive et contrôlée, pendant que l'on réalisait des mesures successives des potentiels évoqués moelle-moelle. La détection d'augmentation de la latence et/ou diminution d'amplitude des potentiels entraînait la suppression de la force exerçant le déplacement. Après récupération des potentiels, on répétait l'expérience en sectionnant les racines adjacentes. Finalement, on recommençait en situation d'hypotension induite (pression artérielle moyenne de 45 mmHg).

Résultats.— La largeur moyenne de la moelle dans la zone étudiée était de $7,2 \pm 1$ mm. Groupe 1 : apparaissaient des altérations des potentiels à partir de $10,1 \pm 1,6$ mm avec les racines indemnes et de $15,3 \pm 4,7$ mm après section des quatre racines adjacentes ($p < 0,01$). Avec hypotension, des changements survenaient à partir de $4 \pm 1,2$ mm ($p < 0,01$). Groupe 2 : les potentiels s'altéraient à partir de $20,0 \pm 4,3$ mm, augmentant jusqu'à $23,5 \pm 2,1$ mm ($p < 0,05$) après avoir sectionné les racines controlatérales. Avec hypotension, les changements apparaissaient à partir de $5,3 \pm 1,2$ mm ($p < 0,01$). Groupe 3 : des changements dans les potentiels survenaient à partir d'une torsion de $95,3^\circ \pm 9,2$, augmentant jusqu'à $112,4^\circ \pm 7,1$ après avoir sectionné les racines controlatérales. Avec hypotension, les potentiels s'altéraient à partir de $20^\circ \pm 6,2$ ($p < 0,01$).

Conclusions.— Expérimentalement il est possible de déplacer la moelle dorsale de une distance supérieure à sa largeur sans qu'apparaissent de changements électrophysiologiques. On peut augmenter cette distance si l'on sacrifie les racines voisines. Cependant, l'hypotension a un effet dramatique sur la tolérance de la moelle au déplacement. Ces résultats montrent que la mobilisation de la moelle, dans certaines limites, est sûre sans dangers. Toutefois l'hypotension augmente le risque de lésion neurologique et doit être évitée lors de ces manœuvres.

doi:10.1016/j.rcot.2011.08.263

311

Progression de l'ostéointégration in vivo dans un nouvel implant avec un revêtement hautement poreux

Ana Torres*, Mariano Fernandez-Fairen, Angel Torres, Miguel Angel Suarez, Antonio Murcia Mazon
Juanin de Mieres, 1, 4A 33207 Gijón, Espagne

*Auteur correspondant.

Introduction.— On communique la progression de l'ostéointégration mesurée dans des implants de titane avec revêtement poreux soumis à appui complet (implantés après avoir créé un défaut osseux).

Matériel.— L'implant était un cylindre de Ti6Al4V avec un revêtement nano poreux (Regenerex).

Méthodes.— Une documentation quantitative et histologique a été faite chaque mois pendant un an ; la progression d'os nouveau dans une série de dix cylindres implantés dans la diaphyse du radius de lapins avec appui complet autorisée était comparée à celle d'un groupe de lapins control ou le défaut osseux était créé mais où aucun matériel n'était implanté.

On a analysé la croissance de l'os en prenant des radiographies chaque mois et en utilisant un logiciel pour étudier la densité et la morphométrie de l'os : Image J v1.44.

Des scanners ont été faits pour évaluer la densité du nouvel os régénéré.

Une étude histologique a été faite avec microscopie optique et électronique pour mesurer la porosité de l'implant et le pourcentage de croissance de l'os dans le revêtement poreux.

Résultats.— À cinq mois, 90% des lapins avec Regenerex avaient rempli son défaut osseux pendant que 100% des lapins du groupe control ne l'avaient pas rempli.

Le scanner montrait un os similaire au normal mais avec une densité corticale mineure.

Quand les données ont été représentées on a vu une progression continue de la croissance osseuse dès l'implantation avec un plateau autour du sixième mois.

À six mois, l'os continuait à se remodeler, en présentant des couches d'ostéoblastes mais l'ostéoïde était réduit respect au troisième mois.

Discussion.— La croissance osseuse dans ce nouveau matériel présente un plateau au sixième mois.

La régénération du défaut osseux semble commencer aux extrêmes de l'os et avancer vers le centre.

Le patron cortico-spongieux apparaît au quatrième mois.

Conclusion.— Pour conclure, notre étude montre que la croissance osseuse maximale est atteinte aux six mois et que la progression d'os spongieux dedans du revêtement poreux est haute (80%).

Pour analyser cette information il faut être prudent et savoir que le temps pour obtenir la croissance osseuse dans l'implant dans l'homme est un peu plus long que dans les animaux de recherche.

doi:10.1016/j.rcot.2011.08.264

312

Amélioration de l'ostéointégration d'implants en titane recouverts d'hydroxyapatite et de nanotubes de carbone : étude in vivo

Sybille Facca*, Debrupa Lahiri, Florence Fioretti, Philippe Liverneaux, Nadia Benkirane-Jessel, Arvind Agarwal
CCOM, 10, avenue Baumann, 67400 Illkirch, France

*Auteur correspondant.

Introduction.— De nos jours le titane est couramment employé dans la modélisation des implants orthopédiques sous sa forme pure ou sous forme d'alliage. Ses propriétés bien connues sont : sa résistance, sa rigidité, sa légèreté et sa relative inertie. Depuis plusieurs décennies, une des approches pour augmenter la formation d'os autour du titane a été de recouvrir sa surface par de l'hydroxyapatite. Mais les échecs d'ostéointégration persistent, malgré ce traitement de surface. L'idée a donc été de réaliser un revêtement de surface composite en ajoutant des nanotubes de carbone (NTC) à l'hydroxyapatite projetée à des fins d'amélioration de l'induction osseuse autour des implants titane. Après une étude biologique et tribologique satisfaisante in vitro, nous avons testé in vivo nos implants ainsi nanofonctionnalisés.

Matériel et méthodes.— Nos implants titane ont été traités en surface par la technique de projection thermique à plasma chaud. Trois types ont été implantés in vivo pendant un mois dans des fémurs de souris et de rats : implants titane nus, implants recouverts d'hydroxyapatite et implants composites (recouverts d'hydroxyapatite et de NTC). Puis nous avons étudié ex vivo la biocompatibilité de ces nouveaux implants sur l'os adjacent et néoformé par des méthodes radiologiques, histologiques, de microscopie électronique et leurs propriétés biomécaniques par nano-indentation.

Résultats.— Le tissu osseux autour de chaque implant était normal, sans migration ou effets délétères des NTC constatés. Le module d'élasticité de l'os néoformé autour des implants composites avec les NTC était supérieur à celui des implants recouverts simplement d'hydroxyapatite.

Discussion.— L'un des espoirs en chirurgie orthopédique est d'accélérer l'intégration des implants orthopédiques à l'os néoformé, car l'une des craintes reste le descellement prothétique

dans le temps. Nous rapportons ici les résultats prometteurs de la première étude in vivo, où on a testé in situ l'effet des NTC combiné à celui de l'hydroxyapatite sur du tissu osseux. Nous avons obtenu grâce aux NTC la néoformation d'un os biologiquement compatible et mécaniquement plus solide autour des implants composites.

Conclusion.— Dans cette étude in vivo nous avons démontré, que l'adjonction de NTC à l'hydroxyapatite dans le traitement de surface des implants en titane augmentait leur ostéointégration, par rapport à des implants simplement recouverts d'hydroxyapatite et cela sans aucune toxicité sur le tissu osseux. Nous pouvons donc dans le futur, envisager d'utiliser les nanotubes de carbone pour renforcer le revêtement par hydroxyapatite des implants orthopédiques.

doi:10.1016/j.rcot.2011.08.265

313

Rapport de la flèche de courbure fémorale avec l'angle cervicodiaphysaire et l'offset fémoral

Mohamed Béchir Karray*, Mohamed Kammoun, Khaled Hadhri, Slim Mourali, Radhouene Massoudi, Hamadi Lebib, Mondher Kooli, Slim Mourali

Département d'anatomie, faculté de médecine de Tunis, Bab Saadoun, 1006 Tunis, Tunisie

*Auteur correspondant.

Introduction.— La morphométrie du fémur est intéressante à étudier pour les ostéosyntheses en cas de traumatologie et pour les arthroplasties totales de hanche ou du genou. Le but de cette étude est de rechercher une variation des mesures morphométriques entre la clinique et la radiologie et de rechercher un rapport entre la courbure fémorale, l'angle cervicodiaphysaire et l'antéversion fémorale.

Matériels et méthodes.— 90 pièces fémorales d'un laboratoire d'anatomie ont été analysées avec des mesures cliniques et radiologiques de :

- la longueur du fémur ;
- la courbure fémorale évaluée par sa flèche ;
- l'angle cervicodiaphysaire ACD ;
- l'offset fémoral ;
- l'antéversion du col ;
- l'angle HKA ;
- l'angle entre l'axe du col de fémur par rapport à l'axe bi-épicondylien.

Résultats.— La longueur moyenne du fémur était de 38,6 cm, L'angle cervicodiaphysaire moyen était de 133,6° (de 115 à 148°). L'antéversion du col fémoral était de 10,2°. L'angle HKA était de 5,44°. L'offset fémoral était de 36,68 cm (de 25 à 50 cm). L'angle du col par rapport à l'axe bi-épicondylien était de 5, 43° (− 6° à 16°).

Les mesures radiologiques étaient corrélées à celles cliniques. L'offset fémoral était corrélé à l'ACD et à l'antéversion. L'angle HKA était corrélé à l'ACD. Les fémurs courbes (avec une flèche importante) avaient un ACD en vara.

Discussion.— L'offset fémoral caractérise l'équilibre entre le poids du corps et la résistance fournie par les muscles abducteurs de la hanche. La mise en place d'une prothèse totale de hanche doit respecter cet équilibre. De même l'angle HKA est essentiel pour la planification de PTG. Aucune arthroplastie ne prend en compte la mesure de la courbure fémorale pourtant ce paramètre varie en fonction de l'ACD et de l'antéversion. Cela pourrait expliquer certaines douleurs postopératoires ou boiteries. Car il y aurait une adaptation de la courbure du fémur en fonction de l'ACD et de l'antéversion.

Conclusion.— La courbure de fémur varie avec à l'ACD et l'antéversion du col fémoral.

doi:10.1016/j.rcot.2011.08.266

314

Doit-on médialiser la cupule cotyloïdienne dans les PTH ?

Michel Bonnin*, Luca Basigliani, Michel Fessy, Tarik Ait Si Selmi
Centre orthopédique Santy, 24 1 v Paul Santy, 69008 Lyon, France

*Auteur correspondant.

Introduction.— L'alignement de la cupule contre l'arrière-fond médialise le centre de rotation de la hanche (CRH), ce qui diminue le bras de levier du poids du corps. Pour conserver l'offset global il faut alors augmenter de manière équivalente la latéralisation de la tige fémorale. Une autre option est de ne pas médialiser la cupule.

Objectif.— Analyser avec un modèle numérique les forces dans les muscles abducteurs et à l'interface tête-cupule lors de l'appui monopodal après PTH.

Méthode.— Un modèle 3-D de hanche en élément fini était réalisé (logiciels MSC. Patran et Nastran). Une tige Corail (TA6V) et une cupule Pinnacle (céramique delta) (Depuy Warsaw, USA) étaient implantés. Le Gluteus Medius (GM) et Minimus (Gm) étaient simulés par huit et cinq faisceaux de raideur 150 N/mm. Un poids de 1000 N était appliqué en S2. Trois modèles étaient comparés :

- A : conservation de l'offset acétabulaire et fémoral, CRH non déplacé ;
- B : médialisation de la cupule de 5 mm, 10 mm et 15 mm en conservant l'offset fémoral ;
- C : médialisation de la cupule comme en B mais avec une augmentation équivalente de l'offset fémoral.

Résultats :

— modèle A : la tension moyenne était de 225,1 N (117 N à 303 N, d'arrière en avant) dans le GM et de 135,8 N (50 N à 198 N) dans le Gm ;

— modèle B (médialisation de 5 mm, 10 mm et 15 mm) : la tension du GM était respectivement de 199,4 N (105 N à 269 N), 176,1 N (93 N à 238 N) et 155,7 N (83 N à 211 N). Pour le Gm, elle était de 123,6 N (48 N à 179 N), 112,2 N (46 N à 161 N) et 101,4 N (44 N à 145 N)

— modèle C : la tension du GM était respectivement de 188,7 N (106 N à 246 N), 159,5 N (95 N à 206 N) et 135,37 N (85 N à 171 N). Pour le Gm, elle était de 119,4 N (51 N à 169 N), 104,8 N (51 N à 144 N) et 91,6 N (49 N à 123 N).

La force à l'interface tête-cupule était de 3272 N avec le modèle A. Dans le modèle B elle diminuait de 4,4%, 11,4% et 17,7% et dans le modèle C, de 8,2%, 17,6% et 25,3% pour des médialisations respectivement de 5 mm, 10 mm et 15 mm.

Discussion et conclusion.— La diminution de contraintes dues à la médialisation de la cupule compense l'effet négatif de la verticalisation de la ligne d'action des abducteurs. Nous n'avons pas observé de supériorité d'un positionnement anatomique de la cupule. Le meilleur modèle était celui associant médialisation cotyloïdienne et restauration de l'offset global. Nos résultats soulignent le caractère péjoratif d'un offset global augmenté.

doi:10.1016/j.rcot.2011.08.267

315

Élaboration d'un nouveau modèle animal d'ostéonécrose de la tête fémorale cryoinduit. Étude expérimentale préliminaire de la diffusion osseuse du froid avec modélisation mathématique

Alexandre Poignard*, Angélique Lebouvier, Guillaume Haïat, Charles Henri, Flouzat Lachaniette, Philippe Hernigou, Jérôme Allain, Hélène Rouard, Nathalie Chevalier
EFS, unité d'ingénierie et de thérapie cellulaire, 5, rue Gustave Eiffel, 94017 Créteil, cedex France

*Auteur correspondant.

Introduction.— L'ostéonécrose, à un stade avancé, nécessite régulièrement l'implantation d'une prothèse totale de hanche.