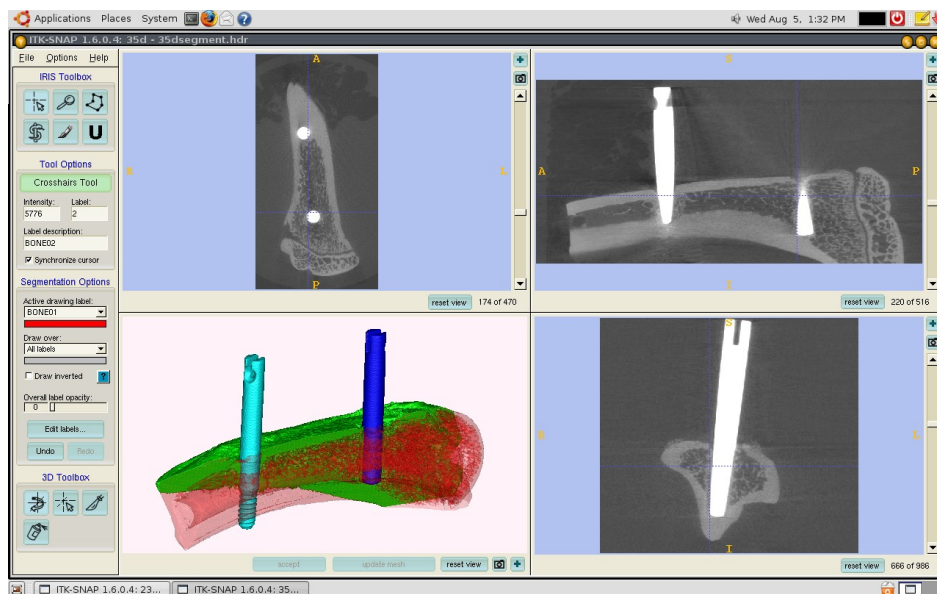


Analyse morphologique des image CT obtenues lors de la Phase I – Rapport intermédiaire –

Marzio Bergomi, Joël Cugnoni, John Botsis
LMAF – EPFL

5 août 2009



Introduction

Les images CT obtenues lors des scans CT de femurs de rat implantés avec 2 implants titane, un distal (ancrage) et un proximal (test), ont été analysées d'un point de vue purement morphologique, qualitatif.

Six groupes étaient proposés:

- 1) C2: contrôle, intégration 2 semaines (6 échantillons)
- 2) C3: contrôle, intégration 3 semaines (7 échantillons)
- 3) I2/S4: intégration 2 semaines, stimulation 4 semaines (6 échantillons)
- 4) I2/S8: intégration 2 semaines, stimulation 8 semaines (6 échantillons)
- 5) I3/S4: intégration 3 semaines, stimulation 4 semaines (5 échantillons)
- 6) I3/S8: intégration 3 semaines, stimulation 8 semaines (6 échantillons)

Le but de cette analyse était l'identification de traits-type propre à chacun des groupes, permettant ainsi d'évaluer, d'un point de vue qualitatif, les effets des différentes stimulations proposées.

Méthode

Pour avoir une idée plus précise de la morphologie des échantillons, les images CT (format DICOM) ont été importées dans le logiciel ITK-Snap (version J. Cugnoli). Ce logiciel permet la visualisation des scans selon les plans longitudinal, sagittal et transverse ainsi que d'obtenir assez rapidement une représentation 3D brute permettant de repérer/confirmer des aspects difficilement perceptibles en 2D.

Après un rapide survol de tous les échantillons, différentes morphologies typiques ont été retenues pour caractériser les 2 implants:

Implant DISTAL (ancrage)	Cortical HAUT (position d'entrée de l'implant)	«pont»	zone d'os très fine autour de l'implant
		encastré/flottant distal	l'os touche ou pas l'implant en position distale, proximale ou transverse (plan orthogonal à l'axe du fémur)
		encastré/flottant proximal	
		encastré/flottant transverse	
		normal/cône distal	l'os arrive sur l'implant perpendiculairement ou «en cône»
		normal/cône proximal	
		app/res loin distale	apposition/résorption d'os loin de l'implant (pour remédier à une fragilisation de la structure ?)
		app/res loin proximale	
		app/res loin transverse	
	Alveolaire	app/res haut	apposition/résorption d'os autour de l'implant dans les zones haut, centre ou bas.
		app/res centre	
		app/res bas	
	Cortical BAS (position de sortie de l'implant)	app/res distale	apposition/résorption d'os autour de l'implant dans les zones distale, proximale ou transverse.
		app/res proximale	
		app/res transverse	

Implant PROXIMAL (test)	Cortical HAUT (position d'entrée de l'implant)	encastré/flottant distal	l'os touche ou pas l'implant
		encastré/flottant proximal	
		encastré/flottant transverse	
	Cortical HAUT (position d'entrée de l'implant)	normal/cône distal	l'os arrive sur l'implant perpendiculairement ou «en cône»
		normal/cône proximal	
		normal/cône transverse	
	Cortical HAUT (position d'entrée de l'implant)	app/res loin distale	apposition/résorption d'os loin de l'implant (pour remédier à une fragilisation de la structure ?)
		app/res loin proximale	
		app/res loin transverse	
	Alveolaire	app plutôt proximale «J»	apposition/résorption d'os autour de l'implant dans les zones spécifiées.
		app plutôt distale «L»	
		app uniforme «U»	
	Cortical BAS (au dessous de l'implant)	implant out/in	l'implant ne touche pas/touche l'os.

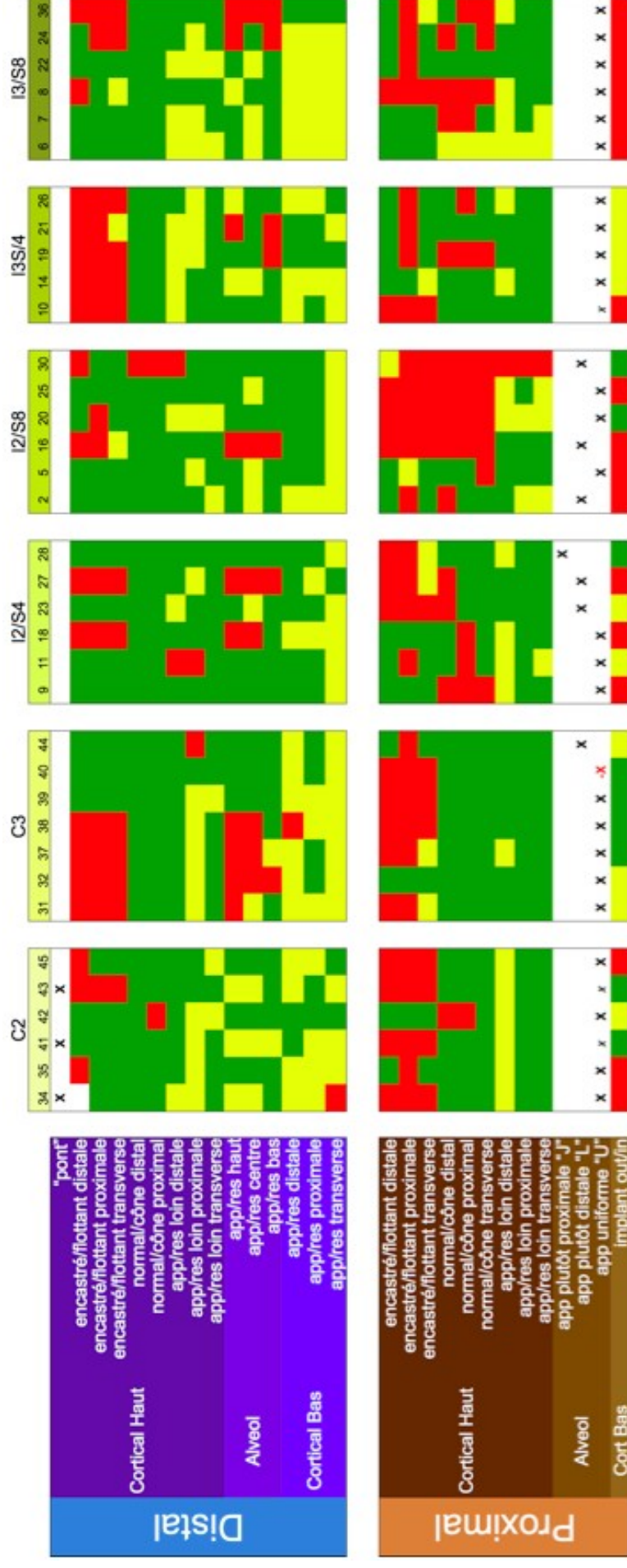
Pour la plupart des traits proposés, le premier attribut est celui qu'on considère comme «positif» et est identifié par la couleur verte, le deuxième, étant plutôt «négatif», correspond à la couleur rouge (e.g., app/res ou encastré/flottant). En absence d'un trend clair, la couleur jaune est utilisée.

Dans les autres cas, «X» indique la présence du trait morphologique, alors que la case vide dénote l'absence.

Résultats

Du tableau présenté à la page suivante on peut tirer les considérations suivantes:

- C3 présente une plus faible intégration de l'implant distal (ancrage) par rapport à C2. L'intégration de l'implant proximal (test) est comparable pour les 2 groupes. L'implant proximal est généralement mal intégré dans les deux groupes.
- I2/S4 et I2/S8 sont à peu près comparables pour l'implant distal. Au contraire, l'implant proximal semble être moins solidaire de l'os après 8 semaine de stimulation. En particulier, une géométrie en cône de l'os alvéolaire (moins de contact entre os et implant) est plus marquée dans ce cas. L'intégration de l'implant proximal est généralement moins bonne que celle de l'implant distal. Comparé au groupe contrôle C2, I2/S8 est clairement moins bien intégré alors que I2/S4 est similaire.
- I3/S8 présente une meilleure intégration de l'implant distal que I3/S4 (pratiquement flottant en «cortical haut»). La situation est inversée pour l'implant proximal. Par rapport aux groupes I2/S4 et I2/S8, le fait d'attendre 3 semaines avant stimulation semble avoir un effet positif sur la densification d'os autour de l'implant proximal, mais négatif (ou nul) sur l'implant distal. Comparé au groupe contrôle C3, l'implant distal I3/S4 est moins bien intégré, alors que l'implant proximal est mieux ancré. La situation s'inverse si on compare C3 et I3/S8.



Distal

Cortical Haut

encastéré/flottant distale
encastéré/flottant proximale
encastéré/flottant transverse

normal/cône distal
app/res loin distale
app/res loin proximale
app/res loin transverse

Alveol

app/res haut
app/res centre
app/res bas

Cortical Bas

app/res proximale
app/res transverse

Proximal

Cortical Haut

encastéré/flottant distale
encastéré/flottant proximale
encastéré/flottant transverse

normal/cône proximal
app/res loin distale
app/res loin proximale
app/res loin transverse

Alveol

app plutôt distale "L"
app uniforme "U"

Cort Bas

implant out/in

Discussion

Il y a un assez mauvais contact «os cortical haut»-implants dans les groupes contrôle C2 et C3. De plus, C3 est légèrement pire que C2 en proximal, et nettement pire en distal. Ceci signifie que lors des premières sollicitations, les implants ne sont pas en contact avec l'os et ont moyen de pivoter autour d'un point d'ancrage (filetage pour l'implant distal, partie basse pour le proximal qui est d'habitude bien intégrée). Les possibles causes de manque d'intégration sont:

- état inflammatoire post-opératoire
- micro-mouvements constant de l'implant par rapport à l'os (muscles, peau, chocs de l'implant contre obstacle); en effet, l'implant proximal semble pouvoir « migrer » et il n'est donc pas vraiment solidaire de l'os au début de la phase « d'intégration ».
- absence de sollicitations du membre (relativement peu probable).

Toujours pour C2 et C3 on remarque que l'implant distal est très bien ancré dans le «cortical bas», là où il y a le filetage. Probablement la précontrainte générée par celui-ci sur l'os favorise une bonne intégration (pas de mouvement possible).

Ce survol morphologique nous indique un manque de tendance net. La chance d'avoir un implant «test» assez mal intégré après sollicitation mécanique est assez importante par rapport aux groupes contrôle. Une nette densification d'os a bien lieu autour de l'implant, mais souvent sa géométrie est en cône, et ne contribue donc pas à l'ancrage de l'implant.

Conclusions

Avant de se lancer dans une nouvelle série de test avec stimulation, il faut absolument améliorer l'intégration initiale des implants pendant la période d'implantation / guérison. Pour ce faire, il faudrait autant que possible restreindre tous les mouvements relatifs de l'implant proximal par rapport à l'os cortical « haut ». En règle générale, une légère précontrainte au niveau cortical haut pourrait être une solution:

- Coté distal, ceci pourrait être fait en augmentant la hauteur du filetage, de sorte à ce que soit le «cortical bas» que le «cortical haut» soient taraudés. Ou bien en effectuant un perçage avec un diamètre légèrement plus faible (0.05 mm, possible?).
- Coté proximal, un trou de diamètre légèrement plus faible que le diamètre de l'implant pourrait garantir la précontrainte et ainsi stabiliser l'implant en déplacement latéral. Pour le déplacement vertical, une solution pourrait être celle déjà discutée lors du dernier meeting: une butée sur l'implant qui en empêcherait la migration vers le «cortical bas».
- Solliciter immédiatement après l'implantation (charge légère) pourrait être un solution si la cause de la résorption est plutôt due à un « disuse » plutôt qu'à des micro-mouvements trop importants.

Il serait aussi utile d'analyser les scans des membres contrôle pour les différents groupes pour voir l'état d'intégration des implants non sollicités.