

Le « Bone Morphing [TM] » : un nouveau mode d'imagerie per-opératoire pour la Chirurgie Assistée par Ordinateur au niveau de la Hanche (prothèse totale)

Philippe MERLOZ (1), Ahmad EID (1), S. PLAWESKI (1)

(1) Service d'Orthopédie Traumatologie, CHU A. Michallon, BP 217, 38043 Grenoble Cedex 9 e-mail :

PMerloz@chu-grenoble.fr

OBJECTIFS :

La plupart des systèmes de navigation chirurgicale existant en Orthopédie utilisent des données TDM ou IRM pré-opératoires. L'utilisation du scanner présente un certain nombre d'inconvénients notamment lorsque l'on veut procéder à la mise en place d'une prothèse totale de la hanche : l'examen TDM pré-opératoire est un examen supplémentaire et il a un coût ; pendant cet examen, il faut que l'on ait la garantie de l'immobilité parfaite du patient ; il existe une logistique de récupération des images scanner vers le système de navigation au bloc opératoire qui n'est pas toujours évidente ; les données TDM peuvent être perdues plus ou moins partiellement et il existe parfois des problèmes de mise à jour de format d'images ; la segmentation des surfaces osseuses sur les images scanner sont parfois imprécises ; le recalage des images avec le référentiel patient per-opératoire est parfois complexe ; il existe parfois une différence importante entre l'os préopératoire modélisé à partir du scanner et l'os tel qu'il se présente au cours de l'intervention. Pour compenser ces inconvénients, une méthode originale de reconstruction 3D per-opératoire a été mise au point : le « Bone Morphing [TM] ». Les objectifs que nous nous sommes fixés pour la chirurgie de la hanche sont :

- Améliorer la reproductibilité du positionnement des implants
- Améliorer la précision du positionnement des implants
- Favoriser le développement de la chirurgie mini-invasive tout en conservant la précision
- Optimiser le positionnement des implants en fonction de la cinématique spécifique du patient et de son activité
- Apporter des solutions optimisées et simples pour les cas complexes
- Faciliter les révisions

Atteindre ces objectifs permettra de réduire les complications post-opératoires (luxations,...) et d'améliorer les résultats fonctionnels, but principal recherché pour le bénéfice des patients.

MATERIEL ET METHODE :

la version standard du « Bone Morphing » n'utilise aucune imagerie préopératoire, ni per-opératoire. En particulier, l'amplificateur de brillance n'est pas nécessaire ce qui limite la complexité, l'encombrement, l'irradiation et les risques septiques. Un simple palpeur 3D suffit, repéré dans l'espace par un système de localisation optique infra-rouge faisant partie de la station de navigation standard. La méthode repose sur la construction d'un modèle statistique déformable. Celle-ci est faite une fois pour toute sur des séries de pièces anatomiques ou d'images 3D préalablement segmentées.

Lors de l'intervention, on glisse le palpeur sur la surface osseuse à reconstruire de façon à acquérir quelques centaines de points 3D sur toutes les zones accessibles, ce qui nécessite moins d'une minute. Instantanément le modèle statistique se déforme pour épouser au mieux la géométrie des points saisis. Dans les régions palpées, le modèle statistique s'ajuste localement de façon très précise pour rendre compte de toute pathologie non modélisée. A l'extérieur des régions saisies, le modèle statistique crée une extrapolation dont la précision dépendra de la pathologie et de la richesse du modèle statistique.

RESULTATS :

la méthode du Bone Morphing a été utilisée avec succès en clinique sur la reconstruction de surfaces 3D du fémur et du tibia lors de la pose de prothèse totale du genou. La même méthode est utilisée aujourd'hui pour la mise en place des prothèses totales de hanche. Le Bone Morphing est particulièrement bien adapté à cette chirurgie car les accès aux zones de palpation sont généralement bien visibles. Dans les régions saisies, la précision obtenue est sub-millimétrique (RMS = 0,5 mm) et ces zones couvrent la quasi-totalité des parties anatomiques nécessaires à la planification de la pose d'une prothèse totale de hanche.

A l'extérieur des régions saisies, le modèle statistique rend compte d'une forme moyenne utile graphiquement, mais la précision y importe assez peu. On note que la précision décroît en fonction de la distance aux zones saisies, exactement comme dans un recalage rigide avec un scanner. Les résultats actuellement obtenus sont très prometteurs. Des études sont actuellement menées pour utiliser cette méthode pour d'autres types d'interventions (rachis).

DISCUSSION et CONCLUSIONS :

le Bone Morphing représente une alternative intéressante à l'utilisation du scanner en chirurgie orthopédique assistée par ordinateur et notamment pour la pose des prothèses totales de hanche. La méthode est simple et rapide, sans imagerie. En moins d'une minute, un chirurgien reconstruit in situ une surface 3D avec une précision sub-millimétrique dans les zones essentielles. La seule véritable contre indication notée à ce jour est celle des fractures car la topologie de la forme anatomique n'est plus préservée.

REFERENCES :

- [1] Comparison of a Mechanical Acetabular Alignment Guide with Computer Placement of the Socket, A.M. DiGioia III, B. Jaramaz et al. The Journal of Arthroplasty, Vol. 17 N° 3 2002, pages 359-364
- [2] A fast impingement detection algorithm for computer-aided orthopedic surgery E Hu, Langlotz U., Lawrence, Langlotz F., Nolte Computer Aided Surgery, 6, pages 104-110, 2001
- [3] Computer assisted orthopaedic surgery E DiGioia, Jaramaz, Colgan Clinical Orthopaedics and Related Research 354, 8-16, 1998
- [4] Medical imaging and registration in computer assisted surgery E Simon, Lavallée Clinical Orthopaedics and Related Research 354, 17-27, 1998
- [5] Clinical results of percutaneous pelvic surgery. Computer Assisted Surgery using ultrasound compared to standard fluoroscopy. Tonetti et al. Computer Aided Surgery, 6, pages 204-211, 2001
- [6] Nonrigid 3-D/2-D Registration of Images Using Statistical Models. M.Fleute , S. Lavallee. In *MICCAI/99*, pages 138-147, 1999
- [7] CT Free navigation of the hip – Validation of a new application. H.Jansen et al, CAOS 2003, pages 156-157