

Reconstruction 3D Biplanaire Détaillée des Vertèbres Scoliotiques par Modélisation Statistique.

Said Benameur^{1,2,3}, Max Mignotte², Stefan Parent³, Hubert Labelle³,
Wafa Skalli⁴, Jacques A. de Guise¹

¹ Laboratoire de recherche en imagerie et orthopédie, Centre de recherche du CHUM, Montréal

² Laboratoire de vision et de modélisation géométrique, Université de Montréal

³ Laboratoire informatique de la scoliose 3D, Hôpital Sainte-Justine, Montréal

⁴ Laboratoire de biomécanique, ENSAM, Paris

Afin de bien représenter les déformations scoliotiques locales des vertèbres (cunéiformisation, asymétrie des pédicules, etc.), une nouvelle méthode de reconstruction 3D détaillée des vertèbres scoliotiques basée sur l'utilisation de deux vues radiographiques conventionnelles (frontale et sagittale) et une connaissance géométrique a priori de nature statistique de chaque vertèbre est proposée.

La nouvelle méthode est basée sur un modèle géométrique statistique issu de la mesure de plus de 200 repères anatomiques sur un échantillon d'environ 500 vertèbres normales et 500 vertèbres scoliotiques. Le modèle géométrique statistique est composé d'une vertèbre moyenne pour chacun des niveaux (5 lombaires et 12 thoraciques) et d'un ensemble de déformations scoliotiques jugées statistiquement admissibles. La reconstruction 3D détaillée d'une vertèbre est obtenue en déformant globalement et localement le modèle géométrique moyen de façon à générer des projections sur les plans radiographiques frontal et latéral se superposant au maximum aux contours de la vertèbre correspondante sur les deux images radiographiques. La reconstruction du rachis se fait vertèbre par vertèbre. La méthode a été appliquée à 57 vertèbres lombaires et thoraciques (13 patients scoliotiques) qui ont aussi été reconstruites par scanner CT pour fins de comparaison.

Des erreurs moyennes (distances point surface) de 0,7 mm (3,7 mm max) au niveau lombaire et de 1,5 mm (6,4 mm max) au niveau thoracique ont été obtenues.

Cette méthode permet d'améliorer la qualité de la modélisation 3D des vertèbres scoliotiques. Elle utilise une base de vertèbres unique et originale établie avec une grande précision et les contours des vertèbres détectés sur les deux vues radiographiques. Aucune méthode biplanaire n'a utilisé à ce jour autant d'informations.

Cette technique permettra d'améliorer la représentation des déformations 3D locales des vertèbres scoliotiques et d'obtenir des modèles géométriques précis du rachis qui pourront être utilisés pour la chirurgie assistée par ordinateur et pour la modélisation mécanique de l'effet des traitements orthopédiques et chirurgicaux.