

Titre : Simulateur intra-opératoire pour la chirurgie naviguée du rachis scoliotique : premiers résultats de prototypage

Auteurs : Olivier Cartiaux^{1,2}, Carl-Éric Aubin^{1,2}, Hubert Labelle², Farida Cheriet^{1,2}

Affiliations

1 École Polytechnique de Montréal, Montréal

2 Centre de recherche du CHU Sainte-Justine, Montréal

But

Développer un prototype d'un simulateur numérique intra-opératoire pour la chirurgie naviguée du rachis scoliotique.

Matériel et méthodes

Une stratégie d'instrumentation (insertion des vis pédiculaires, attachement d'une tige et dérotation) a été simulée numériquement pour un modèle synthétique de rachis scoliotique à partir de ses radiographies en position érigée respectant les conditions pré-opératoires. Un système de navigation a été utilisé pour acquérir la nouvelle géométrie du rachis en situation per-opératoire. Cette nouvelle géométrie a été transmise au simulateur, ce qui a permis la mise à jour de (1) la planification pré-opératoire de la position des vis pédiculaires, (2) la simulation des manœuvres chirurgicales, et (3) le calcul de plusieurs indices cliniques (angles de Cobb, etc.).

Résultats

L'angle de Cobb a diminué de 34° à 24° entre les géométries simulées pré- et per-opératoires avant l'instrumentation. La différence de positionnement des vis pédiculaires entre la planification pré-opératoire et la situation per-opératoire est inférieure à 0.5 mm. La nouvelle simulation des manœuvres d'attachement et de dérotation de la première tige a réduit l'angle de Cobb à 12°.

Conclusion

Cette étude est une première étape vers le développement d'un simulateur intégré pour la planification pré-opératoire et la navigation intra-opératoire de la chirurgie du rachis scoliotique.

Pertinence

Le simulateur intégré permettra d'obtenir des rétroactions biomécaniques pertinentes pendant la chirurgie naviguée d'un rachis scoliotique, et pourra alors être utilisé en temps réel pour optimiser le choix des paramètres de l'instrumentation (niveaux instrumentés, manœuvres chirurgicales, etc.) et la correction finale obtenue.

Remerciements

Financé par le CRSNG (Chaire industrielle avec Medtronic). Remerciements à Jérémie Thériault pour son assistance.

Title : Intraoperative simulator for navigated surgeries of the scoliotic spine: preliminary prototyping results

Authors : Olivier Cartiaux^{1,2}, Carl-Eric Aubin^{1,2}, Hubert Labelle², Farida Cheriet^{1,2}

Affiliations

1 École Polytechnique de Montréal, Montréal

2 Centre de recherche du CHU Sainte-Justine, Montréal

Aims

To develop a prototype of an intraoperative simulator for the navigated surgery of a scoliotic spine.

Materials and methods

An instrumentation strategy (pedicle screw insertion, rod attachment and rotation) was numerically simulated on a synthetic model of a scoliotic spine by using the radiographs of the spine in standing position (simulating the preoperative conditions). A navigation system was used to acquire the replicated intraoperative geometry of the spine. This geometry was transferred to the simulator, enabling to update (1) the preoperative planning of the pedicle screw positioning, (2) the simulation of the surgical maneuvers, and (3) the measurement of several clinical indices (Cobb angles, etc.).

Results

The Cobb angle decreased from 34° to 24° between the simulated pre- and intraoperative geometries (before the instrumentation). Differences in pedicle screw positioning between the preoperative planning and the intraoperative situation were less than 0.5 mm. The new simulation of the rod attachment and rotation maneuvers resulted in a 12°-Cobb angle.

Conclusion

This study is a first step toward developing an integrated simulator for preoperative planning and intraoperative navigation of scoliotic spine surgeries.

Significance

When completed, the integrated simulator will enable to obtain real-time biomechanical feedback during the navigated surgery of a scoliotic spine, and could help to optimize instrumentation parameters (instrumented levels, surgical maneuvers, etc.) and the resulting correction.

Acknowledgements

Funded by the NSERC (Industrial Chair with Medtronic). Special thanks to Jérémie Thériault for his assistance.