

Rapport scientifique final du projet SINUTE

Simulation Numérique de la Tête

Travail réalisé dans le cadre d'une convention de recherche
« Fondation MAIF » en 2001-2002.

Objectifs du projet

Les protocoles expérimentaux de plus en plus précis réalisés en accidentologie et traumatologie crânio-faciale rendent indispensable une modélisation de la boîte crânienne et de son contenu. Il existe des supports de modélisation pour le crâne osseux, étudié comme élément isolé, mais peu de propositions satisfaisantes pour la modélisation du contenu du crâne. L'intérieur de la boîte crânienne est souvent considéré comme une masse homogène dont les constituants ont un comportement identique, se rapprochant de celui d'un fluide, lors d'un traumatisme. Cette vision simpliste est insuffisante pour servir de base à un modèle d'étude performant des traumatismes crâniens.

Le projet SINUTE (simulation numérique de la tête) proposait de concevoir une modélisation morphologique de la boîte crânienne et de son contenu : face interne du crâne, dure-mère et encéphale. La conception de ce modèle s'est faite à partir de données anatomiques recueillies sur le cadavre et reconstruites dans l'espace en trois dimensions par techniques informatiques. Une expertise anatomique a été réalisée à chaque étape de la conception.

Ce modèle anatomique a pour finalité ultime de fournir aux chercheurs travaillant en accidentologie un support morphologique précis pouvant ensuite accueillir les caractéristiques biomécaniques et physico-chimiques des différents constituants.

Intervenants

Professeur Guy Monnier

Docteurs Laurent Tatu, Fabrice Vuillier et Bernard Parratte

Laboratoire d'Anatomie de la Faculté de Médecine de Besançon.

UFR des Sciences Médicales et Pharmaceutiques.

Place Saint-Jacques. 25000 Besançon.

Eric Amar, Eric Rebert, Samuel Boissenin.

Association Primatic Espaces Numériques

5bis rue de Suzon. 21000 Dijon.

Méthodologie

La réalisation du modèle informatique de la boîte crânienne et de son contenu a nécessité trois étapes méthodologiques majeures : la réalisation de coupes sériées de têtes humaines, la reconstruction tridimensionnelle informatique et une expertise anatomique effectuée à chacune des étapes.

Réalisation des coupes anatomiques :

Les dix boîtes crâniennes humaines de cadavres fixés ont été congelées dans un référentiel permettant le repérage d'un plan de coupe fixe et

reproductible correspondant au plan de référence IRM centro-bicommissural.

Les coupes sériées horizontales ont été réalisées selon ce plan de référence avec un espacement de 2,6 ou 2,1 millimètres selon les têtes.

Les coupes réalisées ont été systématiquement photographiées à l'échelle 1. Sur chacune des coupes un calque par structure à reconstruire (boîte crânienne osseuse, dure-mère, encéphale) a été redessiné.

Reconstruction tridimensionnelle :

Les travaux de modélisation ont été effectués à partir des coupes horizontales sériées de la boîte crânienne. Les calques des structures à l'échelle 1 ont servi de base à la conception de trois modèles informatiques différents pour la boîte crânienne, la dure-mère et l'encéphale.

La reconstruction tridimensionnelle de l'encéphale a nécessité une déformation informatique des surfaces pour remettre la géométrie de la surface encéphalique du cadavre en adéquation avec son aspect sur le vivant. Un logiciel déjà développé a été validé pour ce travail et utilisé de manière systématique.

Expertise anatomique :

En cours de réalisation de la reconstruction 3D, plusieurs séries de coupes horizontales ont servi à la validation des méthodes et des logiciels de reconstruction.

La validité du modèle par rapport à la réalité anatomique a été vérifiée à chacune des étapes de la conception.

La sélection des modèles reconstruits les plus pertinents ainsi que la vérification de conformité des modèles retenus par rapport à la réalité morphologique ont nécessité une expertise anatomique finale détaillée.

Présentation des résultats

Un modèle global de la boîte crânienne et de son contenu est proposé sur un support informatique (CD-Rom) dans un format permettant l'exploitation du modèle pour ses finalités ultérieures.

Parallèlement, un modèle isolé de reconstruction tridimensionnelle est proposé pour chacune des structures étudiées : os, dure-mère et encéphale.

Perspectives

Le modèle informatique proposé n'est qu'une étape vers un modèle plus large qui doit intégrer, en plus des informations morphologiques, les caractéristiques biomécaniques et physico-chimiques des différentes structures anatomiques.

Par ailleurs, la région de jonction crânio-cervicale n'a pas été étudiée dans ce projet car nécessitant un travail spécifique. L'union du présent modèle à une modélisation morphologique du tronc ne saurait se faire sans cette étude.