

Evaluation de la précision du landmarking sur CT-scans 3D segmentés de membres inférieurs complets arthrosiques et de son impact sur la morphométrie 3D

Ysé Roch^{1,2}, Nolwenn Fougeron³, Clément Horteur^{1,4}, Benoît Gaulin^{1,4}, Marek Bucki², Estelle Palluel¹, Yohan Payan¹, Antoine Perrier^{1,2,5}

¹Univ. Grenoble Alpes, CNRS, UMR 5525, VetAgro Sup, Grenoble INP, TIMC, 38000 Grenoble, France.

²Twinsight, Grenoble, France

³Inria, Univ Rennes, CNRS, IRISA-UMR 6074, 35000 Rennes, France.

⁴Department of Orthopedics and Sport Surgery, Grenoble-Alpes CHU, South Teaching Hospital, Kimberley Avenue, BP 338, 38434 Échirolles Cedex, France

⁵Department of Orthopedics and Traumatology, Groupe Hospitalier Diaconesses Croix St-Simon, Paris, France

yse.roch@univ-grenoble-alpes.fr

Objectifs : En analyse du mouvement et planification préopératoire pour l'arthrose des membres inférieurs, le placement précis de repères anatomiques est essentiel. Des techniques de *landmarking* ont été développées pour mesurer automatiquement des métriques morphométriques et chirurgicales (angles et distances) des membres inférieurs ^{1,2}. Toutefois, le manque de méthodes d'évaluation robustes limite leur application clinique ^{3,4}. Cette étude vise à développer une méthode d'évaluation pour le *landmarking* automatique et son impact sur la morphométrie.

Question de recherche : Quelle est la précision d'un algorithme de *landmarking* automatique sur des membres inférieurs arthrosiques, et comment affecte-t-elle les métriques chirurgicales ?

Méthode : Cette étude quantitative reposait sur 30 CT-scans de patients avec arthrose segmentés pour isoler les structures osseuses. Deux chirurgiens ont annoté 87 landmarks à plusieurs reprises pour étudier la répétabilité et la reproductibilité des annotations manuelles, utilisées comme référence. Le *landmarking* automatique a été comparé aux annotations manuelles. A partir de ces *landmarks*, 22 métriques d'angles et 8 de distances ont été calculées. Les tests statistiques (Wilcoxon ou Student) ont évalué la significativité des écarts intra- et inter-opérateur ainsi qu'avec la méthode automatique. Les graphiques de Bland-Altman ont été utilisés pour évaluer l'accord entre les deux méthodes et une analyse de sensibilité a



Exemples a) du positionnement des *landmarks* sur un sujet et b) des métriques chirurgicales générées à partir des *landmarks*)

évalué l'impact de la précision des landmarks sur les métriques.

Résultats : L'erreur moyenne du *landmarking* automatique est de 2.05 mm (0.00-16.53 mm). La répétabilité et la reproductibilité moyenne des métriques étaient de 1.76° et 1.85° (angles) et 1.43 et 1.61 mm (distances). Les erreurs entre les métriques automatiques et manuelles est de 1.95 ° pour les angles et de 2.44 mm pour les distances.

Conclusion : La précision du *landmarking* automatique influence significativement les métriques chirurgicales soulignant l'importance de méthode rigoureuse pour son évaluation et son intégration clinique.

1. Hinman, R. S., May, R. L. & Crossley, K. M. Is there an alternative to the full-leg radiograph for determining knee joint alignment in osteoarthritis? *Arthritis Care Res.* 55, 306–313 (2006).
2. Kuiper, Ruurd J.A., Seevinck, Peter R., Viergever, Max A., Weinans, Harrie, Sakkers, Ralph J.B. Automatic Assessment of Lower-Limb Alignment from Computed Tomography. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 105, 700-712 (2023).
3. Miranda, D. L., Rainbow, M. J., Leventhal, E. L., Crisco, J. J. & Fleming, B. C. Automatic determination of anatomical coordinate systems for three-dimensional bone models of the isolated human knee. *J. Biomech.* 43, 1623–1626 (2010).
4. Renault, J.-B., Aüllo-Rasser, G., Donnez, M., Parratte, S. & Chabrand, P. Articular-surface-based automatic anatomical coordinate systems for the knee bones. *J. Biomech.* 80, 171–178 (2018).