

Etude tribologique d'un contact cartilage/céramique pour l'articulation trapézo-métacarpienne

V. Spartacus^{1,2,3}, R. Vargiolu⁴, H. Zahouani⁴, M. Nemoz-Gaillard³, P. Chabrand^{1,2}

1. Aix-Marseille University, CNRS, ISM UMR 7287, 13288 Marseille cedex 09, France

2. APHM, Sainte-Marguerite Hospital, Institute for Locomotion, Department of orthopaedics and Traumatology, 13009, Marseille, France

3. Orthopaedic and Spine Development, 84911, Avignon, France

4. Université de Lyon, ENISE LTDS, UMR 5513, Saint-Etienne, France

MOTS CLES

Tribologie, articulation trapézométacarpienne, cartilage, céramique

INTRODUCTION

L'articulation trapézo-métacarpienne (ATM) confère au pouce une grande mobilité, dont notamment le mouvement de préhension, la prise d'objets ainsi que la pince digitale, grâce en particulier aux mouvements relatifs du premier métacarpien (M1) par rapport au trapèze. Elle est caractérisée par une articulation en selle, avec la base concave du premier métacarpien qui s'articule avec la base convexe du trapèze. Très fréquemment sollicitée, l'ATM est particulièrement sujette à la rhizarthrose, pathologie invalidante et douloureuse.

La rhizarthrose limite la prise d'objets et l'amplitude des mouvements du pouce. Elle touche principalement les cartilages à l'interface entre le trapèze et le M1, mais peut aussi concerner l'ensemble des cartilages du trapèze, comme le définissent les classifications de Dell [1] ainsi que Eaton et Littler [2].

Les patients qui souffrent de cette pathologie, sont soulagés après la pose d'une prothèse totale avec remplacement de l'articulation. Cependant, ce type de prothèse n'est pas une solution pour des patients jeunes et actifs, à cause de leur durée de vie limitée. Il est important de trouver une alternative à ce type de dispositif. Cette alternative semble se trouver dans l'utilisation d'hémi-prothèses (HP) qui préservent mieux le stock osseux pour d'éventuelles révisions [3] et qui pourraient être proposées plus largement à des patients jeunes [4]. Ce type de prothèse est aujourd'hui beaucoup utilisé pour soulager les arthroses de l'épaule et du poignet. Cependant, il n'est pas encore répandu pour le remplacement de l'ATM. Très peu de travaux ont étudié la tribologie entre cartilage et matériau pour l'ATM. Les forces au niveau de l'ATM en dynamique ne sont pas connues et il n'existe pas de norme pour des essais tribologiques de cette articulation.

Nous proposons une étude de l'usure et de la dégradation entre un biomatériau et du cartilage dans le cadre du développement d'une hémi-prothèse.

Le but de cette étude est d'étudier le couple de frottement cartilage/céramique avec des chargements cohérents pour l'ATM.

ESSAIS DE FROTTEMENT

Les essais tribologiques ont été effectués entre une céramique Biozyr®, composée alumine/zircone, et un cartilage-os de porc. Si en statique, les efforts au niveau de l'ATM sont connus [5], les efforts en dynamique ne sont pas décrits. Aucun essai normatif ne peut être réalisé, ce qui complexifie l'étude du frottement. Les tests réalisés ont été divisés en deux parties : une première correspondant à une cinématique normale du pouce et une deuxième représentant un mode vibratoire.

Les valeurs de chargement ont été estimées à partir des données fournies en statique. Elles sont caractérisées par : les fréquences (0,2Hz et 1Hz), les efforts (30N et 100N), les déplacements (1mm et

3mm) et le nombre de cycles (2000). Les tests ont été réalisés avec du sérum bovin pour permettre la lubrification de l'interface de contact et garder le cartilage hydraté.

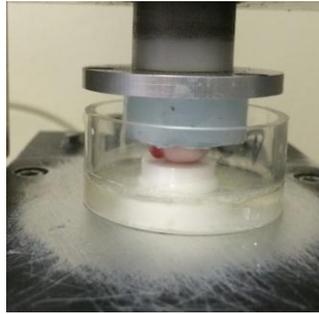


Figure 1: Contact cartilage sur céramique.

CARACTERISATION DE L'USURE

Une fois les essais tribologiques réalisés l'évolution de la rugosité de surface a été mesurée par interférométrie à lumière blanche. Plusieurs mesures ont été effectuées sur les os testés : des mesures sur zone usée du cartilage ; des mesures témoins sur zones non usées des mêmes os. Les mêmes types de mesures ont également été effectués sur les céramiques ayant subies des essais de frottement. Des céramiques n'ayant subies aucun frottement servent de témoins.

Nous pouvons constater que la topologie de surface du cartilage change entre les parties usées et non usées. Les surfaces usées montrent des anfractuosités plus importantes.

Les mesures de rugosité permettent d'analyser différents paramètres caractérisant l'usure. La surface développée de la zone considérée en fait partie. Dans notre étude cette surface passe en moyenne de 115 mm^2 pour les zones non usées, à 126 mm^2 pour les zones usées, ce qui représente une augmentation de 7%.

CONCLUSION

Après avoir mesuré la rugosité de surface des échantillons, on peut conclure de l'effet délétère des tests sur le cartilage. Même après un nombre de cycle faible, le changement de mesure de la surface développée liée au cartilage est significatif entre les zones usées et les zones non usées. De plus nous pouvons observer que la topologie de surface est différente. Les zones usées possèdent plus d'anfractuosités, avec des pics de profondeur plus élevés que les zones non usées. Des études avec d'autres matériaux, tels que le pyrocarbone ou le chrome-cobalt, sont en projet.

Références

- [1] PC. Dell, TM. Brushart, RJ. Smith (1978) «*Treatment of trapeziometacarpal arthritis: results of resection arthroplasty*», J Hand Surg, **3**, pp. 243-9
- [2] RG. Eaton, JW. Littler (1973) «*Ligament reconstruction for the painful thumb carpometacarpal joint*», J Bone Joint Surg, **55A**, pp. 1655-1666
- [3] L. McCann, E. Ingham, Z. Jin, J. Fisher (2009) «*An investigation of the effect of conformity of the knee hemiarthroplasty designs on contact stress, friction and degeneration of articular cartilage : A tribological study*», Journal of Biomechanics, **42**, pp. 1326-1331.
- [4] J. Katta, Z. Jin, E. Ingham, J. Fisher (2008) «*Biotribology of articular cartilage – A review of the recent advances* », Medical Engineering & Physics, **30**, pp. 1349-1363.
- [5] W.P. Cooney, E.Y. Chao (1977) «*Biomechanical analysis of static force in the thumb during hand function*», J Bone Joint Surg, **59(A)**, pp. 36-127