

Accélérométrie portable pour l'évaluation du FHL*

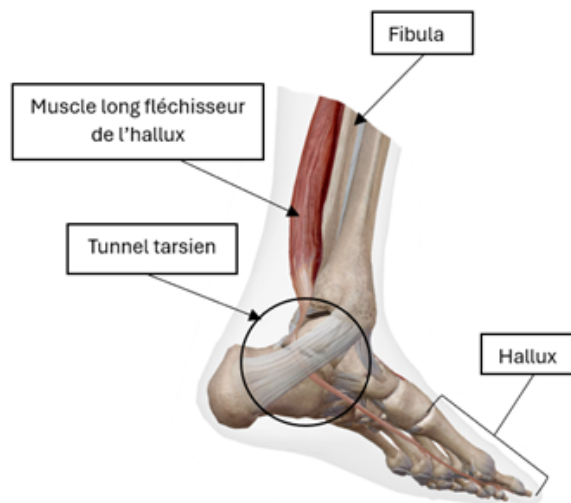
Loriella Alessandra MARSICO

Travail de bachelor 2025
Microtechniques – Ingénierie biomédicale
Professeur : Jérôme CHARMET
Expert : Gianni FIORUCCI

Description

Le Hallux Limitus Fonctionnel (FHL) est une pathologie caractérisée par une limitation du mouvement d'extension du gros orteil lors de la marche. Cela peut engendrer des compensations posturales affectant l'ensemble des membres inférieurs.

Cette pathologie est difficile à détecter en position statique, nécessitant une approche dynamique lors de la marche.



Anatomie autour du muscle long fléchisseur de l'hallux

Innovation méthodologique : ce travail propose une méthode d'analyse basée uniquement sur la norme de l'accélération, s'affranchissant des contraintes d'orientation précise des capteurs.

Objectif : déterminer dans quelle mesure la norme de l'accélération permet de discriminer les altérations de la marche associées au FHL, avant et après chirurgie, et développer une méthode d'évaluation objective, non invasive et facilement déployable pour le diagnostic et suivi pré/post-chirurgical.

Système à 5 accéléromètres :



Déroulement

- Développement d'une solution logicielle personnalisée
- Implémentation d'une calibration automatique
- Conception de supports de fixation anatomique
- Mise en place d'un protocole clinique (3 parcours de marche)
- Acquisition de données pré/post-opératoires
- Développement d'outils d'analyse par lot automatisés
- Calcul d'indices de symétrie standardisés et classification clinique
- Analyse comparative intersegmentaire et interparcours
- Validation du système et identification des limitations techniques

Résultats

Amélioration post-opératoire significative (au niveau des pieds)

Parcours	Asymétrie Prononcée	Évolution
Couloir	87,5% → 16,7%	-70,8%
Tapis	25% → 20%	-5%
Rampe	37,5% → 25%	-12,5%

Résultat majeur : réduction drastique de l'asymétrie prononcée de 87,5% à 16,7% sur parcours couloir, avec apparition de 33,3% de symétrie excellente post-opératoire

Facteur discriminant identifié : l'inclinaison révèle des dysfonctionnements non apparents sur surface plane, confirmant l'importance d'une évaluation multidimensionnelle. Les patterns d'asymétrie diffèrent significativement entre les segments anatomiques (pieds vs tibias).

Discussion : conclusions et perspectives

Le système développé offre une solution non-invasive, économique et objective pour le diagnostic et suivi du FHL. L'amélioration significative détectée post-chirurgie valide l'approche méthodologique proposée.

Contributions principales : solution logicielle personnalisée, protocole clinique validé, outils d'analyse automatisés, mise en évidence de différences intersegmentaires significatives

Limitations identifiées : sensibilité insuffisante des capteurs, hétérogénéité des groupes étudiés

Perspectives : capteurs haute sensibilité, validation avec systèmes de référence (analyse vidéo, plateformes de force), étude clinique avec groupes homogènes, protocole suivi longitudinal structuré

*Titre complet du rapport : Mise en place et démonstration applicative d'un dispositif d'analyse de la marche chez des patients souffrant de FHL basé sur des accéléromètres