

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

Date de la soutenance : **06 décembre 2024**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Monsieur MATEO Sébastien**

Titre des travaux : « *Efficacité des techniques innovantes de rééducation et étude des corrélats cérébraux. Approches top-down et bottom-up* »



Résumé

Mes travaux de recherches ont porté sur l'étude du contrôle moteur, de l'efficacité des techniques de rééducation et l'investigation des représentations du corps. Ces travaux seront présentés successivement avant les perspectives de recherche envisagées.

Le contrôle moteur et ces modifications ont été investigué en utilisant des modèles de pathologie neurologique (i.e., la *tétraplégie*) et maxillofacial (i.e., le *désordre temporomandibulaire*). D'une part, nous avons utilisé un dispositif d'analyse 3D du mouvement pour caractériser la cinématique de mouvements du membre supérieur chez des patients avec une tétraplégie comparativement à des sujets sains. Nous avons montré que, chez les patients avec une tétraplégie consécutive à une lésion médullaire cervicale de niveau C6 ou C7, la préhension par ténodèse consistait en deux phases successives i) du transport de la main vers l'objet et ii) de la saisie par l'extension du poignet (muscle préservé de la lésion) qui entraîne la fermeture passive des doigts (muscles paralysés) ; les participants sains, eux, démontraient une préparation de la prise pendant la phase de transport et donc un couplage de ces deux phases. D'autre part, nous avons développé un test clinique, preuve de concept ; la personne tenant un abaisse langue devait appuyer dessus avec sa langue maintenue la plus fine et pointue possible. Un examinateur relevait ensuite la surface de cette empreinte. Nos résultats indiquaient une surface significativement plus grande chez les patients avec un désordre temporomandibulaire par rapport aux personnes contrôles (sans désordres). Ces résultats suggèrent fortement que les patients présentent une altération du contrôle moteur de leur langue. Ces études sur le contrôle moteur alimentent le choix des moyens thérapeutiques à mettre en œuvre en rééducation.

L'efficacité de techniques innovantes utilisées en rééducation neurologique et maxillofaciale a été investigué selon deux approches i) « *top-down* » qui comprend les techniques de représentation du mouvement et ii) « *bottom-up* » qui utilise la stimulation électrique fonctionnelle. Selon une approche « *top-down* » et en rééducation neurologique, nous avons montré que l'imagerie motrice améliorerait la ténodèse (angle d'extension mesuré en cinématique) et réduisait les activations sensorimotrices anormalement augmentées après tétraplégie

C6 ou C7 (mesures magnétoencéphalographiques). Faisant suite à cette étude de grade B, je coordonne un essai contrôlé randomisé où nous investiguons l'efficacité de l'imagerie motrice pour améliorer la ténodèse (cinématique de préhension, mesures cliniques de la force, de la fonction de préhension et questionnaires sur la participation) et étudions les changements cérébraux associés (magnétoencéphalographie). En rééducation maxillofaciale, nous avons montré que la vivacité des mouvements d'imagerie motrice de la langue et de la bouche ne différait pas de ceux du reste du corps (i.e., clarté de l'image et intensité des sensations similaires) lors de la validation d'un nouveau questionnaire d'évaluation des capacités à imaginer les mouvements de la région maxillofaciale chez des personnes avec et sans désordre temporomandibulaire. Cette première étude a confirmé la possibilité d'intégrer l'imagerie motrice à la rééducation maxillofaciale. En se basant sur ce travail, nous avons développé un essai contrôlé randomisé multicentrique que je coordonne et qui implique des cabinets de kinésithérapie et les Hospices Civils de Lyon. Dans cette étude, nous investiguons l'efficacité de l'imagerie motrice sur la récupération de la mobilité de la mâchoire (spécifiquement l'ouverture maximale conditionnant les capacités de la personne à s'alimenter), de la fonction et de la qualité de vie orofaciale après une chirurgie orthognatique de réaligement de la mandibule et du maxillaire. Selon une approche « *bottom-up* », nous avons utilisé la stimulation électrique fonctionnelle (SEF) couplée à la pratique du vélo. A l'École Normale Supérieure de Lyon, nous avons utilisé ce dispositif pour restaurer un mouvement de pédalage chez une personne tétraplégique avec une atteinte motrice complète de ces membres inférieurs. Nous avons entraîné cette personne pendant un an pour participer à la première course mondiale de vélo avec SEF (Cybathlon, Zurich) et publié cette expérience. Ces compétences acquises chez la personne blessée médullaire ont été utilisées chez les patients ayant développé une forme critique de la COVID-19 avec un séjour prolongé de 3 semaines en moyenne en service de réanimation pour le traitement de leur syndrome de détresse respiratoire aiguë causé par le virus SARS CoV2. Nous avons montré que 4 semaines de rééducation usuelle avec adjonction de vélo avec SEF (vs vélo sans SEF) réduisaient de près de 200 min par jour le temps de sédentarité. Ce grade B constituant une présomption de preuve scientifique nous a conduit à réaliser un essai contrôlé randomisé dont j'assure la coordination et qui vise à confirmer les résultats précédemment obtenus dans cette étude preuve de concept princeps.

En parallèle de ces études cliniques, nous nous sommes intéressés à la représentation de corps (schéma et image du corps) avec les techniques de représentation du mouvement de l'approche « *top-down* ». Ainsi, nous avons étudié et montré la préservation des capacités à imaginer les mouvements après une tétraplégie C6 ou C7 ainsi que l'amélioration de ces capacités en réponse à une pratique de 5 semaines (675 min). Nous avons également documenté les changements de représentations du corps (sensations fantômes) d'un patient avec une avulsion traumatique complète de l'ensemble du plexus brachial sur 10 ans et après deux séances de thérapie miroir. Ces travaux sont utiles pour déterminer les patients pouvant bénéficier de ces techniques de représentation du mouvement pour la rééducation.

Les perspectives de recherche envisagées incluent la poursuite des études sur le contrôle moteur en investiguant les corrélats cérébraux après des populations étudiées jusqu'à présent et en élargissant ces études à d'autres modèles de pathologie neurologique (i.e., ataxie spinocérébelleuse). Nous poursuivrons l'étude des représentations du corps notamment après une greffe des membres supérieurs. Nous finaliserons les études cliniques en cours. Enfin, un axe de recherche pédagogique sera développé en collaboration avec l'Institut National des Sciences Appliquées et 5 laboratoires dont le Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon. Avec ce consortium, nous cherchons à développer un simulateur haptique reproduisant le comportement résistif d'un muscle spastique dû à l'augmentation du réflexe myotatique retrouvée lors de la mobilisation rapide réalisée lors

de l'évaluation. Ce simulateur devrait *in fine* faciliter l'apprentissage de l'évaluation d'un muscle spastique pour les étudiants en sciences de la rééducation et en médecine en les aidant à construire leur représentation de la sensation de résistance rencontrée lors de la mobilisation rapide et le score clinique à attribuer.