

ZOOM sur le



Edito



Il nous tarde à tous d'être en 2021 pour laisser derrière nous une année 2020 difficile à bien des égards. Côté LIBM, 2021 signera les débuts officiels de la nouvelle équipe de direction ainsi que de la nouvelle organisation scientifique du LIBM. Néanmoins, et comme vous aurez pu vous en rendre compte, la transition s'est déjà effectuée avec de l'avance puisque Guillaume, Frédérique, Christophe et moi-même avons déjà pris nos fonctions. Il en est de même pour le fonctionnement en équipes, dont l'animation scientifique est d'ores et déjà lancée ; nous y reviendrons lors d'une prochaine lettre d'information. Ce lancement aurait dû se concrétiser par la tenue d'une Assemblée Générale et d'une

rencontre avec le Scientific Advisory Board les 30 novembre et 1er décembre prochains. Vu le contexte sanitaire de nouveau défavorable à la tenue de ces moments forts de la vie de notre laboratoire, nous avons décidé de remettre le SAB au printemps 2021 mais de maintenir l'Assemblée Générale et une journée scientifique en visioconférence à la date du lundi 30 novembre 2020. Nous aurons ainsi plaisir à nous y voir, enfin, façon de parler...

En attendant, cette nouvelle lettre d'information nous permet de faire le point sur les dernières nouvelles en cette rentrée universitaire, à commencer bien sûr par notre Mercato estival, plutôt réussi, et dont les nouvelles jeunes recrues vous présentent leurs projets de recherche. Les principales actualités de cette lettre concernent également la nomination d'Ursula en tant que membre de l'IUF, ainsi que les soutenance de thèse d'Angèle, Etienne, et Matt. Bravo à toutes et tous. Cette lettre sera également l'occasion de faire un zoom sur l'équipe ATPA et de mieux connaître grâce à notre interview Frédérique. Enfin, j'aurai le plaisir de vous présenter mes travaux de recherche au travers de trois études mises en lumières dans la rubrique dédiée.

Bref, encore pas mal d'informations pour cette nouvelle lettre qui démontre que malgré le contexte difficile, notre laboratoire continue d'aller de l'avant. 2021 n'a qu'à bien se tenir, le LIBM arrive plus motivé que jamais.

Thomas Lapole

SOMMAIRE :

Page 2 : Actualités

Page 9 : Les nouveaux doctorants du LIBM

Page 14 : Les nouveaux post-doctorants du LIBM

Page 15 : Un chercheur, trois études

Page 17 : L'interview du jour

Comité éditorial : Thomas LAPOLE (Saint-Etienne), Christophe HAUTIER (Lyon), Baptiste MOREL (Chambéry)

Mercato

Cette première lettre d'information de l'année universitaire est l'occasion de revenir sur le mercato du LIBM, qui, une nouvelle fois, se montre bien fourni.

Notons tout d'abord ce qui est assurément le gros coup de ce mercato estival, à savoir le retour de **Jean-Benoît Morin** (notre photo ci-contre) à Saint-Etienne après 6 années passées à l'Université de Nice. Avec le retour de Jean-Benoît, le LIBM, et notamment l'équipe SPIP dans laquelle Jean-Benoît s'inscrit, peut compter sur un des meilleurs chercheurs français dans le domaine de la biomécanique humaine, avec une reconnaissance internationale notamment pour ses travaux sur le profil force-vitesse qu'il a d'abord développé sur des populations sportives (y compris de sportifs de haut-niveau) puis plus récemment décliné sur des populations pathologiques. Nul doute que nous reviendrons dans une prochaine lettre sur les travaux de Jean-Benoît.



Autres arrivées côté Saint-Etienne pour appuyer les travaux de Jean-Benoît, celles de **Enrico Roma** et **Romain Tourillon** qui entament tous deux une thèse. Ils rejoignent les autres nouveaux doctorants stéphanois que sont **Clara Pfenninger**, **Eric Luneau** et **Jaume Lloria Varella**. **Caroline Prince** débute elle sa thèse à Chambéry, de même que **Judith Catella** et **Paul Glaise** à Lyon. Enfin, **Fatemeh Bagheri** arrive pour un contrat post-doctoral au LIBM Saint-Etienne. Cette lettre d'information donne l'occasion à tous ces prometteurs chercheurs de nous présenter leur projet. Et bien sûr, nous souhaitons à toutes et tous la bienvenue parmi nous.

Enfin, félicitons également **Pascal Edouard** pour sa récente promotion ; le voici maintenant PU-PH à Saint-Etienne, ce qui récompense largement l'ensemble de son œuvre clinique et scientifique.

Institut Universitaire de France



Ursula Debarnot a été nommée membre junior de l'Institut Universitaire de France pour la période 2020-2025. Bravo Ursula pour cette prestigieuse reconnaissance qui vient valoriser tes projets de recherche.

Mais de quels projets parle-t-on justement ? **Les travaux d'Ursula visent l'étude de la plasticité cérébrale**, i.e. la capacité qu'a le cerveau de pouvoir continuellement moduler son organisation fonctionnelle. Cette neuroplasticité peut être induite par l'apprentissage et la consolidation d'une habileté motrice, ou consécutive à une lésion cérébrale ou périphérique.

Un des enjeux scientifiques actuels consiste à moduler la neuroplasticité dans le but d'obtenir des gains optimaux et robustes sur la motricité par le biais d'approches peu coûteuses et ambulatoires. Parmi elles, l'imagerie motrice, i.e. représentation mentale d'une action sans production de mouvement concomitant, et la stimulation cérébrale sont des méthodes efficaces et non invasives, qui influencent la plasticité cérébrale. Les études d'Ursula visent à **mieux comprendre les mécanismes de neuroplasticité induits par ces méthodes**, ainsi que leurs effets (seuls ou combinés) sur la performance motrice dans des contextes d'apprentissage moteur et d'immobilisation d'un membre. Suivant ces conditions, Ursula étudie la consolidation de la trace mnésique ainsi que la neuroplasticité, particulièrement durant le sommeil.

L'objectif des travaux de recherche d'Ursula est ainsi de **proposer des alternatives traitements neuro-thérapeutiques permettant d'accélérer et/ou potentialiser le recouvrement des fonctions motrices chez des patients avec des déficiences de la motricité**. Ses projets de recherche contribuent parallèlement à l'édification des règles de pratique de l'imagerie motrice afin qu'elle puisse être efficacement exécutée, et maximiser ses effets sur la performance motrice ou la récupération fonctionnelle.

Zoom sur l'équipe ATPA

Après un zoom lors de la dernière lettre d'information sur l'équipe VBRBC, penchons-nous dans cette nouvelle lettre sur la deuxième équipe lyonno-lyonnaise du LIBM, l'équipe ATPA (« **Atherosclerosis, Thrombosis, Physical Activity** »).

L'équipe (ATPA) est composée de 6 membres titulaires : 1 PU (Vincent Pialoux, responsable d'équipe), deux PU-PH (Antoine Million et Anne Long) et deux PH (Philippe Tresson et Mathieu Arsicot) ainsi que d'une chargée de recherche clinique (Leila Dehina-Khenniche). Trois étudiants sont actuellement en thèse au sein de l'équipe (Mathilde Mura, Manon Gouez, et Emeric Stauffer en co-direction avec VBRBC) et trois étudiantes en 2^{ème} année de master (Laurie Josset, Marie-Chambion et Emeraude Rivoire qui est aussi interne en médecine vasculaire).



La cohérence du projet de l'équipe ATPA repose principalement sur l'originalité de la **question de l'influence de l'activité physique et de la sédentarité sur les risques thromboemboliques et les mécanismes athéromateux dans un contexte d'athérosclérose** (unique en France). Cette originalité est renforcée par l'association des expertises biologiques d'évaluation du stress oxydant, de la coagulation, de l'inflammation et des signes cliniques du thrombus et de la plaque d'athérome.

Les objectifs scientifiques d'ATPA sont triples et s'organisent autour des questions fondamentales et cliniques de l'équipe et du service :

- Mesurer les bénéfices/risques de l'activité physique sur les risques thromboemboliques et d'instabilité de la plaque d'athérome carotidienne.
- Comprendre les mécanismes biologiques de l'activité physique sur les risques thromboemboliques et d'instabilité de la plaque d'athérome carotidienne.
- Optimiser les traitements chirurgicaux et pharmacologiques de revascularisation.

Pour mener à bien ses recherches, l'équipe ATPA s'appuie sur son **laboratoire de biologie moléculaire cellulaire** qu'elle partage avec l'équipe VBRBC sur le site de la faculté de médecine Rockefeller Lyon-Est et le service de Chirurgie Vasculaire et Endovasculaire des Hospices Civiles de Lyon (dirigé par Antoine Millon) permettant l'accès aux patients et au matériel chirurgical indispensables à la réalisation d'études cliniques dans ce champ thématique. Cette **collaboration hospitalo-universitaire** a donné lieu récemment à des articles montrant l'effet bénéfique de l'activité physique sur les caractéristiques de la plaque d'athérome (BJSM) et sur les marqueurs circulants prédictifs d'AVC (tout juste soumis dans JACC), mais aussi sur le rôle du stress oxydant dans ce mécanisme (Sport Med).

Fort de ces résultats et de cette expérience, **l'équipe ATPA pilote actuellement deux projets scientifiques translationnels** (des aspects cliniques à la compréhension de certaines voies de régulation) :

- Le projet PACAPH (Physical Activity and Carotid Atherosclerotic Plaque haemorrhage), support du projet de thèse de Mathilde Mura et qui s'intéresse aux effets de l'activité physique sur les risques thromboemboliques et d'instabilité de la plaque d'athérome carotidienne et à la compréhension des mécanismes biologiques mis en jeu.

- Le projet ETNA (Endoleak and Thrombus Neo Angiogenesis) s'intéresse quant à lui, à la compréhension clinique, anatomique et biologique des échecs de la chirurgie d'anévrisme abdominale par endoprothèse. Ces projets d'ATPA sont soutenus financièrement par la Fédération Française de Cardiologie, l'ARC, les HCL et par des partenariats industriels (FitBit et Cook Medical).

L'équipe ATPA a aussi développé des **collaborations internationales** avec des équipes mondialement reconnues pour leurs expertises dans différents axes de recherche comme la pathophysiologie de la plaque d'athérome (School of Medicine at Mount Sinai New-York, Pr Giannarelli), la coagulation (University of North Carolina, Chapel Hill, Pr Pawlinski), l'activité physique et le risque d'AVC (University of Calgary, Pr Poulin) et les régulations vasculaires et ventilatoires à l'hypoxie (Université Laval, Pr Joseph). Ces collaborations ont abouti à de nombreuses publications dans des journaux scientifiques de premier plan au cours des deux dernières années (Thromb Haemost, Free Rad Biol Med, Blood, Redox Biol, J Physiol, Acta Physiol entre autres) grâce à de nombreuses mobilités internationales étudiantes entrantes et sortantes.

Enfin, malgré sa petite taille et son ancrage lyonnais, l'équipe ATPA collabore activement avec les cinq autres équipes du LIBM au travers de différents projets (PACAPH et thèse d'Émeric Stauffer avec VBRBC, ABLE et ABLE 2 avec DeReM-SE, FITME avec PAF, thèse d'Étienne Gouraud avec VBRBC et SPIP, thèse de Sophie Schlatter avec MP3 et bien évidemment par son investissement dans l'axe transversal Exercice Physique et Drépanocytose).

Financements

Pour faire tourner nos activités de recherche, il faut bien sûr des ressources humaines, en témoigne notre Mercato. Mais il faut aussi obtenir des financements. C'est ce que vient d'obtenir l'équipe VBRBC via :

- un financement exceptionnel de 19 000 € de l'Université de Lyon, afin de permettre de compléter la plateforme technique commune à ATPA et VBRBC sur le site de Rockefeller (achat d'équipements nécessaires à la culture cellulaire) ;
- un financement de 40 000 € sur [l'appel à projet commun FAPESP / Udl](#) (Fondation de Recherche de Sao Paulo / Université de Lyon) pour travailler sur le rôle de la protéine Piezo1 dans la drépanocytose (Titre du projet : "PIEZO1 in sickle cell disease: Role in erythrocyte and inflammatory cell function" ; investigateurs principaux : Nicola Conran, Brésil / Philippe Connes, France) ;
- un co-financement de 52 000 € entre l'équipe VBRBC et l'Association pour la Recherche en Pathologies Sanguines qui va également permettre à l'équipe de s'équiper en cytométrie en flux.

Les séminaires scientifiques du LIBM



Les séminaires scientifiques du LIBM sont malheureusement toujours à l'arrêt à cause de la COVID. Néanmoins, avant la nouvelle période de confinement forcée, nous avons eu l'occasion de recevoir **Noémie Duclos** (Université de Bordeaux). En attendant le retour des séminaires scientifiques, espérons le en 2021 avec la mise en place effective d'une nouvelle politique d'animation scientifique sur laquelle nous reviendrons dans la prochaine lettre, nous pourrions profiter d'un séminaire de **Jean-Benoît Morin** sur la communication scientifique sur les réseaux sociaux, séminaire qui se tiendra en marge de notre Assemblée Générale prévue le 30 novembre prochain.

Pour vous tenir informé des prochaines dates, merci de suivre notre actualité en cliquant [ici](#). Keep in touch !

ActiFS

Tout comme les séminaires scientifiques du LIBM, les conférences de la [chaire ActiFS](#) sont à l'arrêt depuis février et vous pouvez vous rendre [ici](#) pour voir ou revoir en vidéo les conférences précédemment organisées.

La reprise devait en effet être prévue ce 5 novembre mais le nouveau confinement n'a pas permis d'organiser physiquement cette 6^{ème} conférence. La visio-conférence ayant le vent en poupe, c'est cette solution qui a été choisie pour malgré tout profiter de l'expérience des orateurs que sont **Aude-Marie Foucaut** (Université Sorbonne Paris Nord) et **Jean-Michel Guy** (Cardiologue) sur le sujet « **Activité physique et cancer** ». Tous deux nous ont ainsi présenté les nombreux bienfaits de l'activité physique pour augmenter les chances de survie des patients, en proposant des cas concrets de programmes d'entraînement réalisés avec des patients.

On espère se retrouver bientôt pour une nouvelle conférence, pourquoi pas sur le thème de l'activité physique en période de confinement ?

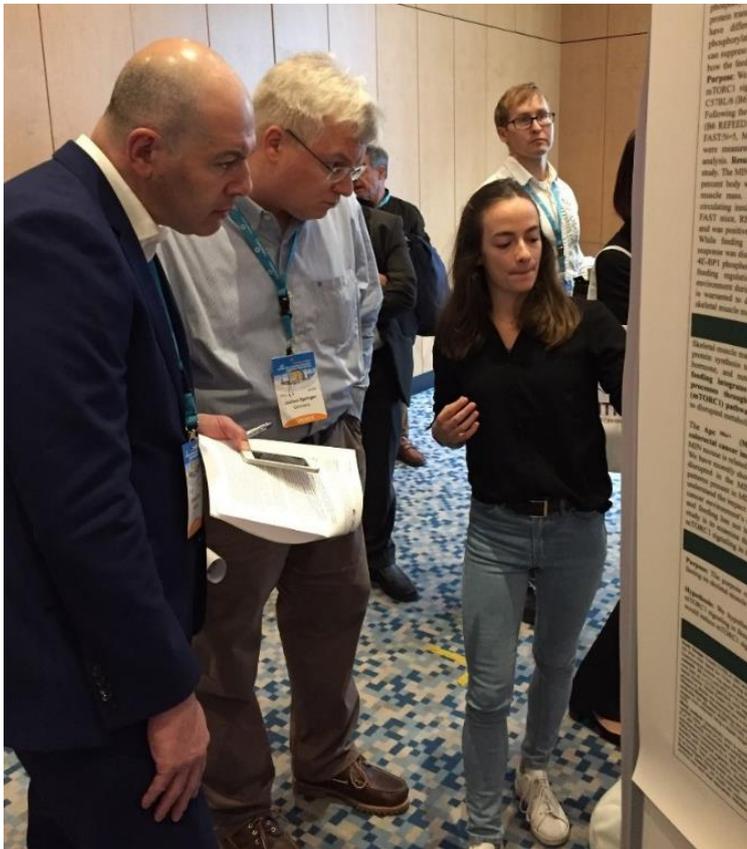
Altius, Citius, Fortius



Qu'est-ce qui fait qu'Usain Bolt cour(ai)t si vite ? Comment se fait-il que les humains ne sautent pas très haut en comparaison aux autres animaux ? Comment optimiser l'entraînement pour être encore meilleur ? En cette veille de Jeux Olympiques à Paris, les performances sportives n'ont jamais été autant au centre des préoccupations en France, notamment la compréhension de ce qui les limite. Ces performances sont le fruit des interactions entre les lois physiques qui agissent sur chacun d'entre nous et les principes physiologiques qui régissent le fonctionnement de notre corps. La biomécanique permet justement de mieux comprendre les bonnes et mauvaises adéquations entre ces deux contraintes appliquées à chacun de nos mouvements. Altius, Citius, Fortius : qu'est-ce qui limite les performances de l'Homme ? Convergence entre physique et physiologie...

Les réponses à ces questions sont proposées par **Pierre Samozino** au cours d'un cycle de cinq **conférences grands publics** organisées en 2020-2021 sur le thème : « Les limites de la machine humaine : l'apport de la biomécanique ». Bravo pour cette initiative Pierre ! Plus d'informations [ici](#).





Bravo à **Agnès Martin** qui a soutenu sa thèse à Saint-Etienne le 21 octobre dernier. Encadré par Damien Freyssenet et Karine Abboud, ce travail de thèse s'intitulait « Rôle de la voie des glucocorticoïdes dans la perte de masse musculaire et le remaniement du métabolisme hépatique pendant la cachexie associée au cancer dans les souris ApcMin/+ ; implications fonctionnelles de l'inactivation du gène de la myostatine ». **L'objectif principal de ce travail de thèse était de mieux identifier les mécanismes biologiques impliqués dans la cachexie.** La cachexie affecte environ la moitié des patients atteints d'un cancer et est caractérisée par une perte progressive de la masse corporelle résultant principalement d'une perte de masse musculaire squelettique. Cette perte de masse musculaire squelettique associée à une perte de force musculaire contribue fortement à réduire la qualité de vie des patients, l'efficacité des traitements et à terme, la survie des patients. Plusieurs facteurs sont connus pour être impliqués dans la régulation de la

masse musculaire. Parmi eux, les glucocorticoïdes sont des hormones stéroïdiennes sécrétées sous le contrôle de l'axe hypothalamo-hypophysaire qui sont connues pour induire l'atrophie musculaire mais aussi pour avoir une action systémique via l'activation ou l'expression de gènes dans plusieurs tissus. Nous faisons l'hypothèse que la voie des glucocorticoïdes pourrait être activée pendant la cachexie associée au cancer dans les souris ApcMin/+, un modèle murin de cancer intestinal. Nous rapportons ici que l'activation du catabolisme musculaire était associée à une reprogrammation complète du métabolisme du foie. En outre, nous montrons une activation de l'axe hypothalamo-hypophysaire associée à une augmentation du niveau en corticostérone (le glucocorticoïde principal chez les rongeurs) dans le sérum, le muscle quadriceps et le foie des souris à un stade avancé de la cachexie associée au cancer. La signature transcriptionnelle dans le muscle quadriceps et le foie des souris à un stade avancé de la cachexie associée au cancer reflète celle observée dans des souris traitées avec de la dexaméthasone, un analogue des glucocorticoïdes. Il est important de souligner que l'inhibition de la cachexie associée au cancer par l'inactivation du gène de la myostatine dans les souris ApcMin/+ a restauré les niveaux en corticostérone et abolit la reprogrammation génique dans le muscle squelettique et le foie. Ensemble, ces données indiquent que les glucocorticoïdes induisent un programme transcriptionnel pour réguler de façon coordonnée la perte de masse musculaire et le remaniement du métabolisme hépatique. L'inhibition de cette réponse par l'inactivation du gène de la myostatine souligne l'existence d'un dialogue moléculaire entre le muscle squelettique et le foie.

Soutenance de thèse de Etienne Gouraud



Etienne Gouraud soutiendra le 9 décembre prochain à l'Université Claude Bernard de Lyon sa thèse intitulée « Influence du muscle squelettique dans l'intolérance à l'exercice du patient drépanocytaire » et encadrée par Christophe Hautier et la regrettée Camille Faès. Le résumé de ce travail de thèse vous est proposé ci-dessous :

La drépanocytose est une maladie caractérisée par la production d'une hémoglobine mutée, l'hémoglobine S, dont les formes les plus répandues sont la forme homozygote S/S et double hétérozygote composite S/C. L'hémoglobine S possède la capacité de polymériser au sein du globule rouge en condition désoxygénée modifiant sa morphologie provoquant ainsi des complications cliniques multi-organiques. Ces patients présentent une capacité à l'exercice réduite dont les causes sont des altérations cardio-vasculaires cependant l'implication du muscle squelettique n'est pas encore totalement caractérisée dans la drépanocytose. En effet, le muscle squelettique drépanocytaire présente une amyotrophie, un remodelage profond de la microcirculation et une diminution de sa capacité à produire de la force cependant la présence d'une dysfonction musculaire à l'exercice n'a pas encore été décrite. Plusieurs études suggèrent que le stress oxydatif pourrait être élevé dans le muscle drépanocytaire expliquant ainsi en partie les altérations observées. Chez les sujets sains, l'exercice chronique aérobie est connu pour améliorer la capacité antioxydante musculaire notamment par l'augmentation de l'activité des enzymes antioxydantes. Cependant, les effets de ce type d'exercice sur le stress oxydatif n'ont pas encore été caractérisés dans la drépanocytose. Ainsi, les objectifs de cette thèse sont de 1) mettre en évidence une dysfonction musculaire chez des patients drépanocytaires S/S et S/C et de 2) déterminer les modifications induites par un exercice chronique aérobie sur le stress oxydatif au sein du muscle squelettique dans un modèle murin drépanocytaire.

Lors d'une première étude, des sujets sains (A/A) et patients drépanocytaires S/S et S/C ont effectué un exercice mono-articulaire sous-maximal du quadriceps à une intensité correspondant à 25% de leur force maximale isométrique (Fmax) suivi d'un test de marche de 6 minutes (T6M). Fmax a été mesurée avant et après cet exercice mono-articulaire, et après le T6M et la perte de Fmax a été utilisée pour quantifier la fatigabilité musculaire. Au cours du protocole, les activités électromyographiques du Vastus Lateralis (VL) et du Vastus Medialis ainsi que l'oxygénation musculaire par spectroscopie proche infrarouge du VL ont été mesurés au cours de l'exercice. Le principal résultat de cette étude est que les patients drépanocytaires S/S et S/C présentent une fatigabilité musculaire accrue comparés aux sujets A/A. Cette fatigabilité accrue semble être provoquée par des altérations musculaires plutôt qu'une modification de l'oxygénation musculaire. De plus, il semblerait que les mécanismes d'apparition de la fatigue musculaire soient différents entre les S/S et S/C comme le suggère les modifications des paramètres électromyographiques. Ainsi, le muscle des patients S/C semble moins altéré que celui des patients S/S.

Dans une seconde étude, des souris Townes A/A et S/S ont suivi un exercice chronique aérobie d'intensité modérée de 8 semaines puis la mesure de marqueurs permettant de caractériser la balance pro/anti-oxydant a été effectuée dans le gastrocnemius, le plantaris et le soleus. A l'issue de ces 8 semaines, nous avons observé des modifications uniquement dans le gastrocnemius des souris S/S entraînées. En effet, l'activité de la NADPH oxydase ainsi que de la superoxyde dismutase et de la catalase étaient plus élevées chez les souris S/S entraînées. Ces résultats suggèrent une altération de la balance pro/antioxydante en réponse à un exercice chronique aérobie d'intensité modérée au sein du muscle squelettique drépanocytaire. Enfin, contrairement aux souris S/S entraînées, nous n'observons pas de modifications de la balance pro/antioxydante dans les souris S/S sédentaires indiquant que le stress oxydatif ne serait pas augmenté dans le muscle drépanocytaire.



Soutenance de thèse Matt Cross

Matt Cross soutiendra également sa thèse le mercredi 9 décembre, à 16h, à l'Université de Savoie Mont-Blanc. Ce travail a été effectué dans le cadre d'une collaboration entre le LIBM et la Fédération Française de Ski (contrat CIFRE) sous la supervision de Nicolas Coulmy (FFS), Jean Benoît Morin (LIBM Saint-Etienne) et Pierre Samozino (LIBM USMB). Ce travail de thèse est intitulé « Production de force des skieurs alpins : évaluation sur et hors neige et relation avec la performance ».



Résumé : En ski alpin, la façon avec laquelle la force est produite et appliquée sur la neige est un facteur essentiel de la performance et peut vraisemblablement entraîner des capacités physiques distinctes qui différencient les skieurs d'autres sports, disciplines et niveaux de performance. L'objectif principal de cette thèse de doctorat était de caractériser davantage la production de force en ski et de clarifier les capacités de production de force discriminante pour la performance du ski dans différentes disciplines. Les conclusions générales de ce projet étaient qu'un niveau de force élevé et une bonne efficacité d'application sur la neige étaient associés à la performance, et les athlètes avec les niveaux de performance les plus élevés possédaient une plus grande capacité de production de force spécifique à la discipline. Les skieurs semblent afficher un profil neuromusculaire unique, ce qui devrait être pris en compte dans leur évaluation et leur entraînement.

Enrico ROMA

La force du complexe pied-cheville : quel rôle dans le bien vieillir ?

Equipe : SPIP et PAF ; Site : Saint-Etienne ; En thèse depuis octobre 2020

Encadrement : Jean-Benoît MORIN et Guillaume MILLET



Le processus de vieillissement entraîne de multiples troubles musculo-squelettiques, tels que la sarcopénie et la dynapénie. Les phénomènes actuels réduisent la mobilité des personnes âgées, augmentent les risques de chutes et d'hospitalisation et influencent donc la qualité de vie et le bien-être. Par conséquent, le maintien de la mobilité est impératif et la locomotion humaine semble être un déterminant majeur de l'autonomie de la population vieillissante. Les faits présentés semblent être encore plus pertinents compte tenu de l'augmentation de l'espérance de vie et de l'âge moyen de la population. L'anatomie et la fonction de la cheville et du pied sont déterminantes pour la capacité de mouvement humain, car elles contribuent à la transmission de force entre le corps

et le sol. La fonction du complexe pied-cheville n'est pas limitée à la simple production de force dans le but d'obtenir un travail positif ou négatif selon l'intention de bouger. En effet, le complexe pied-cheville exerce une fonction régulatrice sur la « raideur » du pied, c'est-à-dire sa capacité à stocker et restituer de l'énergie élastique. Par exemple, les muscles intrinsèques du pied régulent le passage de ce système de type ressort à un système ressort avec amortissement. Le processus dégénératif associé au vieillissement peut affecter le complexe pied-cheville, l'empêchant de poursuivre avec succès la production de travail mécanique et la fonction de régulation. Ce phénomène pourrait alors concourir à limiter la mobilité ou augmenter le risque de chute.

Pour les raisons susmentionnées, la première partie du projet est transversale et vise à explorer le lien entre la musculature spécifique du pied et de la cheville dans différentes conditions de fatigue. Un objectif secondaire est d'étudier comment la fonction pied-cheville réduite peut modifier la stratégie de mouvement adoptée par les participants. La deuxième partie est interventionnelle et vise à déterminer les changements de marqueurs spécifiques de la fonction physique, de la santé et de la mobilité induits par un programme d'entraînement ciblant les muscles spécifiques du complexe pied-cheville.



Clara PFENNINGER

Optimisation des techniques de simulation motrice dans le cadre de la neuro-rééducation post-AVC

Equipe : PAF ; Site : Saint-Etienne ; En thèse depuis octobre 2020

Encadrement : Thomas LAPOLE et Pascal GIRAUX



L'accident vasculaire cérébral (AVC) est une cause majeure de handicap à travers le monde. Les déficiences motrices subies à la suite d'un AVC se limitent, la plupart du temps, à un hémicorps du patient. Bien qu'il récupère souvent le bénéfice de la marche, les lésions du membre supérieur persistent dans plus de 60% des cas et sont la cause d'une perte d'autonomie ainsi que d'une diminution de la qualité de vie du patient.

Chez ces patients, l'enjeu majeur de la rééducation est donc la récupération motrice du membre supérieur. Cependant, l'activation volontaire du muscle est souvent limitée voire impossible dans les premières phases après l'AVC alors qu'il s'agit des phases les plus optimales pour la récupération fonctionnelle. Pour optimiser la rééducation des patients dès le début de leur prise en charge, l'utilisation de simulations motrices comme la thérapie miroir, l'imagerie motrice ou encore l'observation de l'action sont possibles et ont déjà démontré leur intérêt dans le réapprentissage du mouvement et le contrôle moteur. Ces méthodes de neuro-rééducation, en augmentant l'excitabilité corticospinale, permettent d'améliorer la plasticité cérébrale et donc de moduler les chemins neuronaux existants ou de créer de nouveaux neurones. Néanmoins, bien que bénéfiques, ces méthodes ne sont que peu utilisées dans les centres de rééducations car trop complexes à mettre en place.

Notre projet va donc consister à optimiser ces techniques de simulations motrices afin de proposer un nouveau dispositif permettant d'optimiser la récupération fonctionnelle du membre supérieur chez les patients post-AVC.

Effets de l'entraînement sur les réponses cardiovasculaires et neuromusculaires à l'exercice : du jeune adulte à la personne très âgée

Equipe : PAF ; Site : Saint-Etienne ; En thèse depuis octobre 2020

Encadrement : Guillaume MILLET et Vianney ROZAND



L'avancée en âge est accompagnée d'une diminution des fonctions cardiovasculaire et neuromusculaire, ce qui entraîne une réduction des performances et augmente la probabilité que les personnes âgées perdent leur indépendance. L'entraînement physique est une intervention rentable qui offre des effets bénéfiques sur la santé et qui prévient et traite les maladies cardiovasculaires et neuromusculaires. En effet, des données récentes appuient l'idée que c'est l'état de forme physique et non l'âge qui explique les réponses physiologiques à l'exercice. Cependant, on sait encore peu de choses sur la vitesse à laquelle les fonctions cardiovasculaire et neuromusculaire diminuent tout au long de la vie, et dans quelle mesure l'entraînement physique peut contribuer à atténuer la perte de ces fonctions. En outre, pour la plupart des

connaissances actuelles mettant en relation les fonctions cardiovasculaire et neuromusculaire, le vieillissement et la condition physique sont basées sur des comparaisons entre des personnes âgées généralement de 65 à 75 ans et des personnes jeunes mais les réponses des personnes très âgées (> 75ans) sont méconnues. L'étude des effets de l'entraînement tout au long de la vie sur la santé fournira des informations importantes concernant l'utilité de l'entraînement physique comme un moyen essentiel pour prévenir la perte d'indépendance chez les populations âgées. L'objectif de ce projet est donc d'investiguer la cinétique de déclin des fonctions cardiovasculaire et neuromusculaire tout au long de la vie et de déterminer l'étendue et la durée de conservation de ces fonctions chez les hommes ayant : (i) un niveau d'activité physique élevé ou (ii) ayant été soumis pendant de nombreuses années à un entraînement chronique (master athlètes), comparativement à leurs homologues non actifs de même âge. L'objectif ultime est de fournir aux acteurs médicaux, sociétaux et politiques des preuves scientifiques de l'utilité de l'entraînement physique pour prévenir la perte de fonction chez les personnes âgées.

Jaume LLORIA VARELLA

Entraînement par intervalles à haute intensité : fatigue cumulée et implications dans la prescription pour le reconditionnement physique

Equipe : PAF ; Site : Saint-Etienne ; En thèse depuis octobre 2020

Encadrement : Thierry BUSSO, Juan MURIAS et Jérôme KORAL



L'exercice physique à intensité moyenne est généralement préconisé en cas d'un déconditionnement important causé par une faible activité physique ou l'état de santé mais avec des réussites assez variables. Il est démontré que l'entraînement par intervalles à haute intensité est une méthode très efficace pour améliorer rapidement la condition physique. Cette méthode est pourtant peu recommandée en cas d'un déconditionnement important à cause des fortes sollicitations induites par ce type d'effort. Son éventuelle prescription nécessite de mieux connaître ses effets négatifs afin de préciser les doses optimales. Une trop grande fatigue cumulée pourrait conduire à un plafonnement des

bénéfices recherchés voire à des effets délétères sur l'état général. Ce projet a pour but de caractériser comment la fatigue s'accumule en fonction de la durée, de la fréquence et la durée d'exposition à ce type de stimulation et ses conséquences sur la relation dose-effet. La fatigue cumulée sera quantifiée à partir de la récupération des séances par intervalles à haute intensité qui sera évaluée à partir de la mesure de la performance neuromusculaire, de la réactivation du système parasympathique et par questionnaires. L'objectif final est d'établir comment adapter les charges de travail (dose, fréquence, durée) et de proposer des méthodes de suivi pour réajuster et personnaliser les charges de travail au cours du programme de reconditionnement utilisant un entraînement par intervalles à haute intensité.



Romain TOURILLON

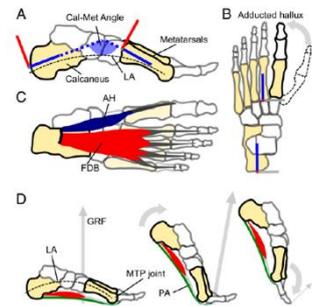
La force et la fonction des muscles intrinsèques et extrinsèques du pied : intérêt pour la performance sportive

Equipe : SPIP ; Site : Saint-Etienne ; En thèse depuis novembre 2020

Encadrement : Jean-Benoît MORIN, Pascal EDOUARD et François FOURCHET



Dans la biomécanique humaine le pied est une structure complexe caractérisée par des arches (longitudinale, médiale et transversale) se déformant et se reformant pendant la marche, la course ou le saut. Progressivement modifié au cours de l'Evolution ou en fonction des activités qu'il effectue, le pied est stabilisé et mobilisé par des muscles intrinsèques et extrinsèques. Première interface humaine avec le sol, il remplit un double rôle d'absorbeur d'impacts et de transmetteur des forces produites par les articulations sus-jacentes. Cette évidence souvent entendue au bord des stades ou des terrains de sport « gaine ton pied, c'est important ! » est cependant peu relatée dans la littérature scientifique puisque peu d'études ont investigué le rôle du pied et de ses muscles dans la transmission de force. L'objectif de la thèse sera donc d'apporter des éléments de compréhension sur la force et la fonction des muscles intrinsèques et extrinsèques du pied et leur implication dans la performance sportive. Le travail de recherche s'articulera autour d'une première partie évaluant la fiabilité et la validité de deux outils de mesure de la force musculaire du pied sur une population active. La prise en considération de l'activité musculaire ainsi que des angulations de cheville et des articulations métatarso-phalangiennes permettra de proposer différentes positions d'évaluations suivant la contribution muscles intrinsèques/extrinsèques recherchée. La deuxième partie investiguera lors du sprint, de changement de direction et de sauts verticaux, des corrélations possibles entre les grandes fonctions du pied (force, raideur, compliance) et des variables biomécaniques généraux du profil force-vitesse (F0, V0, Pmax, RFmax) mais également des variables cinétiques spécifiques (force horizontale, pressions plantaires, temps de contact, etc). Enfin la dernière partie, s'intéressera aux effets d'un protocole de renforcement du pied chez une population sportive en fonction des corrélations préalablement établies.



Caroline PRINCE

Prépare-t-on suffisamment les athlètes aux contraintes neuromusculaires imposées aux ischio-jambiers ?

Equipe : SPIP ; Site : Chambéry ; En thèse depuis octobre 2020

Encadrement : Pierre SAMOZINO et Pascal EDOUARD



Les muscles ischio-jambiers ont un rôle majeur dans la performance d'accélération en sprint. Et la prévalence de blessures initiales et récidivantes des ischio-jambiers est prépondérante dans ces sports. Dans ce contexte, la prise en charge en rééducation et en préparation physique des muscles ischio-jambiers est cruciale afin de les préparer au mieux à la tâche de course à haute vitesse. Par conséquent, ce projet de recherche aura pour premier objectif de caractériser les sollicitations neuromusculaires appliquées aux muscles ischio-jambiers lors d'exercices classiquement utilisés en rééducation et en préparation physique. L'objectif secondaire sera de comparer les contraintes neuromusculaires obtenues par la rééducation ou préparation avec celles requises lors d'une course à haute vitesse afin de proposer un programme optimisé de préparation des muscles ischio-jambiers.

Judith CATELLA

Effet de l'oxygénothérapie hyperbare sur la cicatrisation des ulcères de jambe des patients drépanocytaires : caractérisation fonctionnelle et mécanistique

Equipe : VBRBC ; Site : Lyon ; En thèse depuis novembre 2020

Encadrement : Bérange FROMY et Nicolas GUILLOT



Le premier axe de recherche de Judith aura pour objectif l'évaluation thérapeutique du caisson hyperbare sur la cicatrisation des ulcères des patients drépanocytaires. Quelques cas rapportés et l'expérience des médecins supportent une recommandation de bas grade de la société de médecine hyperbare pour l'utilisation de l'oxygénothérapie hyperbare dans cette indication. En préalable, nous prévoyons de réaliser une caractérisation fonctionnelle de la microcirculation cutanée des patients drépanocytaires (tiers supérieur de la crête tibiale) avec et sans ulcères. Le flux sanguin cutané sera mesuré par laser Doppler en réponse à un chauffage local et l'administration iontophorétique d'acetylcholine afin d'étudier la fonction endothéliale. Nous prévoyons par la suite évaluer efficacité des séances d'oxygène hyperbare sur la cicatrisation des ulcères de jambe. Le critère de jugement principal sera la proportion de patients dont l'ulcère est cicatrisé 24 semaines après l'inclusion. En complément, la caractérisation fonctionnelle microvasculaire sera réalisée par la même méthode, au début et à la fin des séances d'oxygène hyperbare pour évaluer l'impact sur la fonction endothéliale. Nous prévoyons également un prélèvement de sang initial puis en fin de traitement par oxygène hyperbare pour caractériser les cytokines plasmatiques et étudier la rhéologie à l'aide du module d'oxygenscan sur l'ektacytomètre.

Le second axe cherchera à caractériser le phénotype de l'exsudat des ulcères de jambe prélevé à l'aide de buvards et étudier son effet sur des cultures cellulaires de cellules endothéliales et fibroblastes. Divers marqueurs seront analysés dans les exsudats : contenu en cytokines, métalloprotéases, marqueurs du stress oxydant... connus dans la bibliographie comme limitant la cicatrisation. Les exsudats des patients traités par caisson seront également analysés. Dans un second temps, l'effet de ces marqueurs identifiés sera analysé sur les cultures cellulaires de cellules endothéliales et fibroblastes. L'effet de ces marqueurs identifiés sur la cicatrisation de plaies cutanées dans des modèles murins drépanocytaires pourra également être analysé.

Manon GOUZ

Étude de faisabilité d'un exercice physique aigu pré-administration de l'immunothérapie et de la chimiothérapie auprès de patients atteints d'un cancer bronchique non à petites cellules métastatique

Equipe : ATPA ; Site : Lyon

Encadrement : Béatrice FERVERS et Vincent PIALOUX



L'étude ERICA évalue une intervention en exercice physique innovante en immuno-oncologie. L'objectif est de tester l'impact physiologique d'un exercice physique aigu réalisé quelques minutes avant l'administration d'un anticorps monoclonal anti PD-1 associé à des agents de chimiothérapie, dans le but de potentialiser l'activité antitumorale de ces traitements, chez des patients atteints d'un Cancer Bronchique Non à Petites Cellules (CBNPC) métastatique. En effet, malgré des taux de réponse impressionnants à la combinaison immunothérapie-chimiothérapie dans le CBNPC métastatique, la survie reste faible pour ces patients ; et qui plus est, avec un vécu difficile de la maladie en raison d'une symptomatologie pénible, souvent aggravée par des comorbidités et un déconditionnement physique marqué. L'exercice physique pourrait potentialiser la réponse aux traitements au niveau clinique grâce à ses effets reconnus sur le système immunitaire (neutrophilie, amélioration de l'activité des cellules Natural Killer CD56dim, augmentation transitoire de l'activité des lymphocytes T circulants) mais aussi via l'activation de cytokines pro-inflammatoires et une modulation de l'activité métabolique tumorale. L'étude clinique randomisée ERICA vise à évaluer l'impact d'un exercice physique aigu sur ergocycle pré-immunothérapie/chimiothérapie (<1h) sur l'activité antitumorale des traitements chez des patients atteints d'un CBNPC métastatique traités au Centre Léon Bérard (Lyon). Grâce à des dosages sanguins à des temps précis, nous analyserons l'activité de biomarqueurs immunitaires, inflammatoires et métaboliques. Cette étude permettra d'apporter les premières données sur la potentialisation des effets antitumoraux des inhibiteurs de points de contrôle immunitaires associés à des agents cytotoxiques au moyen d'un exercice aigu réalisé quelques minutes avant leur administration.

Pierre GLAISE

Effets de l'entraînement en répétition de sprint sur les profils d'activité du rugbyman professionnel en compétition

Equipe : SPIP ; Site : Lyon

Encadrement : Cyril MARTIN



Le rugby est un sport intermittent à haute intensité d'affrontement et d'évitement induisant des phases de combats et de courses. Plus spécifiquement, l'activité nécessite des capacités de force, de vitesse, d'endurance et surtout de répétition d'actions intenses entrecoupées de phases de récupération de durée et d'intensité aléatoires. Il existe des différences significatives d'activité en fonction du poste de jeu. En effet les avants seraient davantage impliqués dans les actions de combat nécessitant une intensité maximale de très courte durée (<10'') alors que les 3/4 sembleraient être davantage concernés par des courses à haute vitesse. De ce fait, l'exigence du haut niveau nécessite une amélioration de la capacité à

répéter des tâches intenses pour l'ensemble des joueurs et s'apparente communément à la capacité à réitérer des sprints (Repetead-sprint ability : RSA).

Alors que les contraintes de déplacement, de vitesse et de répétition de tâches des joueurs augmentent régulièrement dans le rugby de haut niveau, les liens entre la RSA et la performance du joueur de rugby à XV globale in situ lors d'une compétition restent très peu connus. Même si des études ont tenté d'établir des liens entre le niveau de RSA et les indicateurs de performances en situation compétitive on ignore encore l'influence de ce facteur de performance sur les profils d'activités des joueurs. Le premier objectif de ce travail de recherche sera donc de déterminer (i) si le niveau de RSA module les performances du joueur, et en particulier les différents types d'action de jeu en situation écologique, et (ii) si cela est spécifique du poste de jeu. Plusieurs auteurs se sont intéressés à l'impact de l'entraînement en RSA sur différents facteurs de performances. Aucune étude n'a, à notre connaissance, permis de déterminer l'impact de méthodes de développement de la capacité à répéter les efforts de haute intensité mettant en jeu des coordinations spécifiques à l'activité (RHIE). Un second objectif de ce travail de thèse sera donc de déterminer si un programme d'entraînement en RHIE, spécifique à l'activité rugby, module différemment les facteurs de performances généraux au rugby et l'activité du joueur en compétition par rapport à un programme classique « dissocié » d'entraînement de la RSA (utilisant la course en ligne droite).

Fatemeh BAGHERI

Vers une planification individualisée de la charge d'entraînement adaptée aux propriétés musculaires pour réduire l'incidence des blessures en sprint

Equipe : SPIP ; Site : Saint-Etienne ; En poste depuis octobre 2020

Encadrement : Pascal EDOUARD et Laurent NAVARRO



Fatemeh BAGHERI est rattachée au WorkPack 3 (WP3) du projet FULGUR qui s'intitule « Prévention des blessures musculaires liées au sprint grâce à une approche globale multifactorielle individualisée ». Ce travail s'inclut dans le contexte d'une relation étroite entre le sprint et la survenue de blessures musculaires des membres inférieurs. Compte tenu de la nature multifactorielle des blessures, une approche préventive individualisée multifactorielle devrait être promue, y compris incluant la mécanique du sprint, l'environnement, la psychologie et la sociologie. L'objectif du WP3 est de développer des stratégies pour limiter la survenue de blessures musculaires liées au sprint. Le WP3 sera divisé en 3 objectifs spécifiques : 1) identifier les facteurs et comportements liés au risque de blessure musculaire liée au sprint par l'analyse de la littérature, une étude rétrospective et une étude prospective, 2) analyser l'impact des blessures musculaires liées au sprint sur

ces facteurs et comportements par une étude de suivi prospectif des blessures, et 3) pour développer des stratégies basées sur une approche globale multifactorielle individualisée pour prévenir les blessures musculaires liées au sprint par une étude interventionnelle. Ces travaux s'intéresseront spécifiquement à une population de sportifs pratiquant des sports de sprint et d'accélération (athlétisme, rugby et bobsleigh). L'approche multifactorielle inclura des aspects physiques, psychiques et sociaux.

Le travail de Fatemeh visera à 1) analyser le lien entre les différents paramètres mesurés, de différentes natures et de différents domaines, et la survenue de la blessure musculaire liée à la pratique du sprint, et 2) à déterminer des algorithmes de prédiction de la survenue de la blessure musculaire en s'appuyant sur ces données. Ces analyses se feront en utilisant des techniques de machine learning.

Thomas LAPOLE

Maître de conférences ; LIBM Saint-Etienne ; Equipe PAF

Adaptations aiguës et chroniques en réponse à l'application de vibration localisée : vers une nouvelle modalité de reconditionnement neuromusculaire



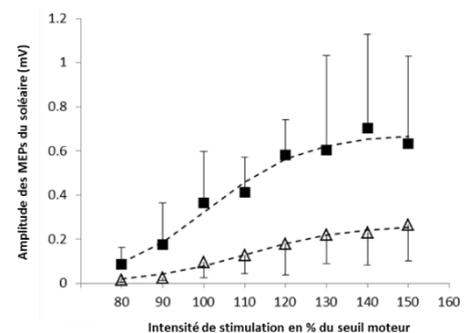
Ce n'est plus à démontrer, l'activité physique possède de très nombreuses vertus pour notre santé. Ainsi, selon l'Organisation Mondiale de la Santé, le manque d'activité physique est considéré comme le quatrième facteur de risque de décès dans le monde, et il est recommandé pour sa santé un minimum d'activité physique chaque semaine. Malgré toute la bonne volonté du monde, il est des situations pour lesquelles nous sommes contraints à un niveau d'activité moindre. Pensez par exemple à cette grippe qui vous a cloué au lit pendant dix jours, ou encore à cette fracture qui a nécessité un mois de plâtre. Quelles en sont les conséquences ? En raison de l'inactivité musculaire, un déconditionnement s'opère, dont une des conséquences est une diminution de la

capacité de production de force. La première raison à cette perte de force est la diminution de la masse musculaire. « use it, or lose it », comme disent les anglo-saxons. Mais ce n'est pas tout : l'inactivité conduit également à une altération nerveuse que l'on peut décrire comme l'incapacité du système nerveux central à activer les muscles de façon maximale. Préserver ses capacités de production de force maximale est pourtant essentiel, à la fois pour maintenir de bonnes capacités fonctionnelles mais aussi pour prévenir la survenue d'arthrose. Mais comment faire lorsque la moindre contraction musculaire est impossible ou douloureuse comme c'est le cas par exemple après un AVC ou une opération chirurgicale ? Une solution que nous proposons pourrait être l'utilisation de la vibration. Nous ne parlons pas ici de l'utilisation des plateformes vibrantes qui ont envahi les salles de fitness au début des années 2000, et dont le principe est de s'y tenir debout en maintenant par exemple une position de squat... pas très pratique pour ce qui nous intéresse. Nous utilisons plutôt des dispositifs de vibration locale, attachés sur un muscle ou un tendon (Figure ci-contre), et permettant une stimulation vibratoire en toute sécurité : le patient n'a rien à faire de plus et peut rester assis ou couché, sans contracter ses muscles.

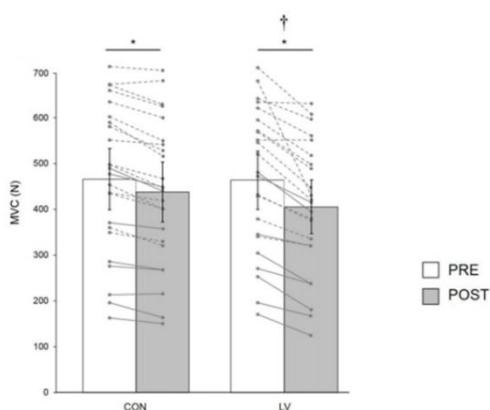


La vibration représente un puissant stimulus pour de nombreux récepteurs parmi lesquels les plus sensibles sont les fuseaux neuromusculaires, sensibles aux variations de longueur musculaires. Ce sont principalement les afférences Ia de ces fuseaux qui augmentent leur fréquence de décharge en réponse à la vibration, notamment lorsque la vibration est de faible amplitude (i.e. 0,2-0,5 mm). La fréquence de décharge des afférences Ia est alors proportionnelle pour des fréquences de vibration de 20 à 120 Hz. En raison de l'influx exciteur produit par les afférences Ia sur le corps cellulaire des motoneurones α , une contraction réflexe du muscle vibré, i.e. le réflexe tonique vibratoire, peut être observée. On notera que malgré ces influx afférents excitateurs sur les motoneurones α en réponse à la vibration, ainsi que la possible survenue du réflexe tonique vibratoire, une baisse d'excitabilité de la boucle myotatique a été observée durant la vibration. Parallèlement à l'action des afférences Ia au niveau spinal, celles-ci projettent également leur influx exciteur à l'étage cortical où elle activent non seulement le cortex somesthésique primaire mais également les mêmes aires motrices que celles impliquées dans le mouvement volontaire.

Nous avons ainsi cherché dans nos travaux à démontrer à quel point l'excitabilité cortico-spinale des muscles fléchisseurs plantaires est directement influencée par la vibration du tendon d'Achille, i.e. par l'activation des afférences Ia des fuseaux neuromusculaires (FNMs). L'excitabilité cortico-spinale peut être évaluée par stimulation magnétique transcrânienne (TMS). La taille des potentiels évoqués moteurs reflète alors l'excitabilité des neurones corticaux et/ou du pool motoneuronal des muscles stimulés. Comme illustré sur la figure ci-contre, nous avons ainsi démontré une augmentation d'excitabilité cortico-spinale du muscle soléaire pendant vibration du tendon d'Achille. L'amplitude des potentiels évoqués moteurs pendant vibration (carrés noirs) était jusqu'à plus de 200% supérieure en comparaison à une condition contrôle sans



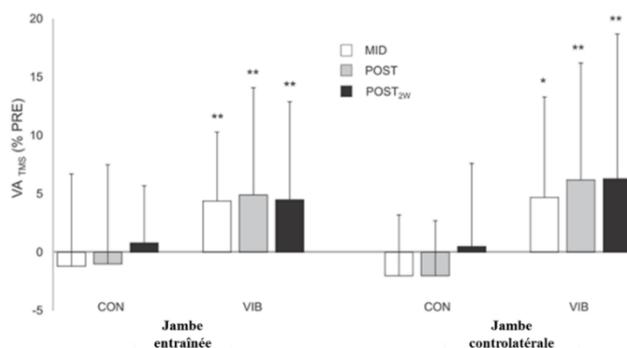
vibration (triangles blancs), et ce quelque soit l'intensité de stimulation (**Lapole et al. 2015**). Ces résultats ont permis de mettre en évidence le potentiel de stimuli vibratoires à moduler l'excitabilité cortico-spinale.



Compte tenu de la modulation d'excitabilité observée pendant l'application de vibration, il peut être envisagé des effets à court terme lorsque l'exposition est prolongée et répétée. Nous avons ainsi étudié les effets d'une période prolongée de vibration localisée sur les capacités de production de force et la modulation associée de l'excitabilité centrale aux niveaux spinal et supraspinal (**Souron et al. 2018**). Comme illustré sur la figure ci-contre, nous avons ainsi montré qu'une période de 30 minutes de vibration des quadriceps (LV) induit une diminution des capacités de production de force des extenseurs de genou non observée après 30 min de repos (CON). Ces résultats étaient associés à une diminution d'excitabilité spinale du muscle droit fémoral. La diminution post-vibration de la taille des potentiels évoqués thoraciques obtenus

par stimulation électrique thoracique suggère ici une diminution d'excitabilité intrinsèque des motoneurones α . Dans le même temps, l'absence de modification des potentiels évoqués moteurs malgré une diminution d'excitabilité motoneuronale suggère une augmentation d'excitabilité corticale après la période de vibration. Ces effets aigus mis en évidence après une session de vibration localisée laissent envisager la possibilité d'adaptations chroniques dans le cadre d'un entraînement par vibration localisée pour lequel les expositions vibratoires seraient répétées régulièrement. En effet, il peut être suggéré au regard de ces travaux qu'une exposition vibratoire peut représenter un potentiel stimulus permettant une augmentation des capacités de production de force à plus ou moins long terme.

Nous avons ainsi testé un programme d'entraînement de 8 semaines sur 22 sujets sains, à raison de 3 séances d'une heure par semaine, la vibration étant appliquée à une fréquence de 100 Hz sur le muscle tibial antérieur (**Souron et al. 2017**). A l'issue de cet entraînement, la force maximale développée en dorsiflexion de cheville était augmentée de 12% pour le côté vibré et 10% pour le côté controlatéral non entraîné, démontrant un effet de « cross-éducation ». Les gains étaient déjà significatifs après 4 semaines d'entraînement et persistaient 2 semaines après l'arrêt de l'entraînement. Les gains de force étaient associés à des adaptations nerveuses. Après 8 semaines d'entraînement par vibration du muscle tibial antérieur, nous avons rapporté lors de dorsiflexions isométriques maximales de cheville une augmentation de 4,9% du niveau d'activation volontaire évalué par TMS pour le côté entraîné et de 6,2% pour le côté controlatéral, avec des gains déjà significatifs après 4 semaines d'entraînement et toujours présent 2 semaines après l'arrêt de celui-ci (Figure ci-contre).



Nos travaux démontrent ainsi des gains de force associés à des adaptations centrales qui peuvent être la conséquence des effets aigus de sessions prolongées de vibration, par le biais de l'activation des afférences Ia des FNMs dont l'augmentation d'activité par vibration peut conduire à une modulation de l'excitabilité spinale et cortico-spinale. Cela ouvre de nombreuses perspectives : 1) Mieux identifier les effets aigus et chroniques de la vibration localisée, 2) Optimiser les programmes de stimulation par vibration localisée, 3) Proposer l'utilisation de la vibration localisée dans un cadre clinique. A ce titre, nous venons de publier une étude démontrant l'intérêt de la vibration pour favoriser la récupération de force des muscles extenseurs du genou en phase de rééducation précoce après reconstruction du ligament croisé antérieur.

Références :

Lapole T, Temesi J, Arnal PJ, Gimenez P, Petitjean M, Millet GY (2015) Modulation of soleus corticospinal excitability during Achilles tendon vibration. *Exp Brain Res* 233 (9):2655-2662.

Souron R, Farabet A, Feasson L, Belli A, Millet GY, Lapole T (2017) Eight weeks of local vibration training increases dorsiflexor muscle cortical voluntary activation. *Journal of applied physiology* 122 (6):1504-1515.

Souron R, Besson T, McNeil CJ, Lapole T, Millet GY (2018) An Acute Exposure to Muscle Vibration Decreases Knee Extensors Force Production and Modulates Associated Central Nervous System Excitability. *Frontiers in human neuroscience* 11:519.

Pour cette cinquième lettre d'information, je vous propose d'aller à la rencontre de Frédérique HINTZY.

Thomas : Bonjour Fred, peux-tu te présenter en quelques mots pour nos lecteurs.



Fred : Je m'appelle Frédérique Hintzy et je suis maître de conférences - HDR - au département STAPS de l'Université Savoie Mont-Blanc, au Bourget du Lac et donc chercheuse au LIBM, équipe SPIP. J'ai 48 ans et je suis maman de 3 petits et grands enfants. Je suis en poste à l'USMB depuis 18 ans. Précédemment, j'ai suivi mes études universitaires dans d'autres montagnes, en Franche-Comté, finalisées par une thèse (1999) sur les facteurs mécaniques du rendement musculaire de la locomotion chez l'Homme en conditions maximale et sous maximale, encadrée par le Pr Alain Belli. J'ai continué à travailler sur cette problématique d'efficacité motrice, en y ajoutant l'approche technologique, c'est-à-dire l'effet du matériel sur la motricité. Cette question « interface homme-matériel et efficacité motrice » est devenue ma principale thématique de recherche, en s'appuyant sur les opportunités de collaborations avec les acteurs socio-économiques et sportifs de notre région. Et ceci correspondait avec mes responsabilités administratives (responsable du master 2 et du grade Master Ingénierie et Ergonomie des Activités Physiques). Une nouvelle aventure m'attend depuis janvier 2020 : directrice du LIBM sur le site savoyard.

Justement, quels sont tes objectifs en tant que directrice adjointe du LIBM ?

J'envisage ce poste de direction comme un vrai travail en équipe : Thomas (Lapole) sur St Etienne, Christophe (Hautier) sur Lyon, moi sur Chambéry, et avec un chef d'orchestre Guillaume (Millet). Je vais donc gérer, pratiquement et financièrement, le site de Chambéry, en y appliquant notre politique scientifique commune aux 3 sites. Mais surtout nous allons travailler ensemble pour nous donner les moyens de nos ambitions : un laboratoire régional, reconnu à l'international en Sport Sciences. Nous avons constitué une équipe de direction motivée et très complémentaire. Nous sommes entourés de responsables d'équipes et de collègues compétents, alors il n'y a pas de raison de ne pas y arriver !

Il y a Fred la directrice adjointe, mais aussi Fred la chercheuse ; peux-tu nous présenter tes activités de recherche actuelles et à venir dans le cadre de ce nouveau contrat.

Je souhaite m'investir dans le pilotage mais aussi la mise en œuvre de l'axe 3 « Montagne » au sein de l'équipe SPIP. Cet axe porte sur les facteurs de la performance et les facteurs de risque des blessures, dans les locomotions spécifiques dites de montagnes. Il est donc transversal aux 2 autres axes SPIP « Performance » et « Prévention des blessures ». Mes études actuelles portent principalement sur l'influence de la cinétique de production de force en ski alpin sur la performance, en lien avec les qualités physiques du skieur, le matériel, l'environnement (pente) et les stratégies techniques (conduite de virage directe vs. carvée). Je vais y ajouter la question de la prévention des blessures en travaillant sur l'incidence du chaussage (et déchaussage) en ski alpin, via l'interface de la fixation, en m'associant aux compétences des collègues chercheurs et praticiens sur la pathologie du membre inférieur. Enfin, une nouvelle problématique qui me tient à cœur porte sur la question de la balance bénéfique – risque dans des locomotions sportives imposant des contraintes différentes au cours d'une même épreuve, comme la succession de dénivelés positifs et négatifs. On peut illustrer cette question par des sports comme le ski de randonnée, le VTT cross-country, le trail... Les exigences physiques, énergétiques musculaires et technologiques sont très différentes entre ces deux situations de dénivelés, voire opposées... Alors lesquelles privilégier ? Faire le mauvais choix peut conduire à une non victoire, un abandon mais pire à une chute, une blessure... Et le bon choix permettra à l'inverse la victoire... Il en ressort la notion de balance entre les bénéfices et les risques face aux choix offerts à l'athlète (entraînement, stratégie de course, équipement, ...). C'est cette notion qui m'intéresse, notamment sur le choix des équipements et leurs réglages.

Tes travaux sont donc notamment tournés vers le secteur de l'équipement sportif. Quels sont selon toi les avantages et inconvénients du financement privé de nos travaux de recherche en comparaison aux financements plus classiques via les appels à projets ?

Effectivement, une très grande partie de mes projets portant sur les équipements sportifs, leur financement se fait souvent par des financements privés, comme par des équipementiers, des fédérations sportives, des sociétés d'accélération de transfert technologiques, des clusters économiques... Ces financements portent sur du fonctionnement pour réaliser les expérimentations, de l'acquisition ou développement d'outils de mesure, ainsi que des moyens humains (thèses CIFRE, emploi ingénieur de recherche). Bref, tout ce qui permet de faire de la recherche ! Les avantages sont nombreux : (i) la quasi sécurité d'obtention du financement à partir du moment où les échanges sont initiés, à la différence des AAP comme les ANR, FUI, Pack Ambition Recherche... ; (ii) la facilité d'accès à des populations spécifiques pertinentes comme des équipes de France ; (iii) la finalité appliquée des résultats de nos recherches et la curiosité intellectuelle que ça permet. Par contre, le revers de la médaille est principalement la difficulté, voir le manque d'approfondissement fondamental des questions traitées, pour des contraintes temporelles serrées et/ou par manque d'intérêt par le partenaire. Et la problématique de la publication peut devenir épineuse, dans un souci de confidentialité. En fait, ces financements privés sont très complémentaires à ceux des financements publics, les avantages des uns étant les inconvénients des autres. Ainsi, disposer de ces deux sources de financement est une vraie force pour un laboratoire.



Tu es une des rares femmes du LIBM, qui plus est avec des responsabilités. Comment vis-tu cela ? Et comment selon toi le LIBM peut-il s'améliorer sur cette question de la parité ?

Être (quasiment) la seule femme dans mon environnement professionnel est mon quotidien et ça dépasse donc largement le cadre du LIBM. Une anecdote pour vous illustrer la vie d'une enseignante-chercheuse en biomécanique : une personne frappe à mon bureau, l'entrouvre et en me voyant, me dit " je venais voir le Dr Hintzy, mais il n'est pas là ! Vous êtes sa secrétaire ? Il arrive bientôt ? »

Maintenant, comment je le vis ? Ça serait mentir que de dire qu'il n'y a aucune incidence et que je suis traitée à niveau égal d'un homme. Cette différence concerne déjà les prises de décisions. Les hommes sont en grandes parties aux postes à responsabilités et ont l'habitude d'échanger entre eux et prendre des décisions en off entre eux, en petits comités et souvent en dehors du cadre des réunions autour d'un café ou d'une bière. Ceci dénote malheureusement la place qui nous est laissée aux femmes : même si on nous permet d'accéder à des postes à responsabilité, nous n'y sommes pas toujours entendues. Il faut donc bousculer ces habitudes et s'imposer. Mais la grande différence concerne principalement la reconnaissance de compétences. Dire qu'une femme doit être meilleure qu'un homme à poste égal paraît présomptueux venant d'une femme. Mais ce qui est sûr, c'est que les erreurs sont moins pardonnées aux femmes, et elles se doivent d'être toujours vigilantes.

Et pour finir sur parité et LIBM ? C'est un vaste sujet qui dépasse le LIBM, car la réponse sera dans l'accès même à la formation doctorale pour les femmes : plus d'étudiantes en master, plus de candidates aux offres de thèse, plus de docteurs femmes, et donc plus de possibilité de recruter des femmes. Car il ne faudrait pas pour autant que le critère principal d'un recrutement soit le genre... il faudra donc privilégier des femmes, à niveau égal des hommes. Il n'y a rien de pire, pour une femme, que d'être sélectionnée parce qu'elle est une femme...

Merci Fred.

A bientôt pour une prochaine lettre d'information !