

Sofamea



Société Francophone d'Analyse du Mouvement chez l'Enfant et l'Adulte.

XVII^{ème} congrès de la SOFAMEA - 24-26 janvier 2018 - Toulouse (France)



Actes de congrès
SOFAMEA 2018 - Toulouse

24, 25 et 26 janvier 2018

Comité d'organisation: Robert Darmana, David Amarantini et David Gasq



Sofamea

Société Francophone d'Analyse du Mouvement chez l'Enfant et l'Adulte.

XVII^{ème} congrès de la SOFAMEA - 24-26 janvier 2018 - Toulouse (France)



Comité d'organisation

Robert Darmana
David Amarantini
David Gasq

Comité scientifique

Guillaume Authier
Christophe Boulay
Yannick Delpierre
Bruno Dohin
Isabelle Bonan
Julien Duclay
Raphaël Dumas
Raphaël Gross
Thierry Haumont
Mathieu Lempereur
Guillaume Rao
Jessica Tallet
Monica Ursei

Editorial

Chers Collègues, chers Amis,

Toulouse, labellisée « Cité européenne de la Science » pour l'année 2018, accueillera en juillet prochain la 8^{ème} édition d'ESOF : **EuroScience Open Forum**, la plus grande rencontre interdisciplinaire sur la science et l'innovation en Europe. Cette reconnaissance permet à la France d'organiser ce forum pour la première fois et nous avons la chance d'y être associés car le comité de labellisation ESOF 2018 a décidé d'accorder le label **ESOF 2018 - Toulouse, Cité européenne de la Science** à notre manifestation **XVII^{ème} Congrès de la Société Francophone d'Analyse du Mouvement chez l'Enfant et l'Adulte**. Nous sommes très heureux de ce succès qui est dû à la qualité des intervenants locaux, régionaux, français et européens sans qui le programme scientifique n'aurait pas pu être réalisé. Nous avons aussi le plaisir de partager cette reconnaissance avec tous les congressistes qui ont répondu massivement au travers de 50 résumés proposés pour la seule journée du vendredi, avec une grande participation des étudiants qui nous ravit particulièrement.

Le programme des journées satellite et thématique suggère des voies nouvelles de recherche à exploiter pour la Sofamea. En effet, des compétences nouvelles en Biologie et Science des Matériaux s'imposent désormais dans les sciences du mouvement, avec des problématiques connexes concernant le traitement et la sécurisation des données personnelles recueillies lors de la rééducation ou de l'analyse du mouvement en situation écologique.

Merci à vous tous, acteurs, partenaires et conférenciers de cette nouvelle édition des congrès de la Sofamea. Nous vous souhaitons par avance un très bon congrès et un excellent séjour à Toulouse. Nous sommes à votre disposition pour qu'ils soient les plus agréables possibles.

Bien cordialement à vous,
le comité d'organisation.

Robert Darmana, David Amarantini & David Gasq.

Toulouse NeuroImaging Center, ToNIC, Université de Toulouse, Inserm, UPS, France.

Programme synthétique

	MERCREDI 24 JANVIER	JEUDI 25 JANVIER	VENDREDI 26 JANVIER
7 h 00 min	JOURNEE SATELLITE	JOURNEE THEMATIQUE	JOURNEE COMMUNICATIONS LIBRES
7 h 15 min	SUIVI MEDICAL EN SITUATION DE VIE QUOTIDIENNE. MESURE ECOLOGIQUE DU MOUVEMENT PAR SYSTEMES EMBARQUES ET CONNECTES Modérateurs D. Gasq et D. Amarantini	REHABILITATION DU MOUVEMENT ET REGENERATION TISSULAIRE Modérateurs H. Chap et P. Marque	Accueil des Participants
7 h 30 min			
7 h 45 min			
8 h 00 min	Accueil des Participants	Accueil des Participants	SESSION 1 : EVALUATION DE LA MARCHÉ Modérateurs : Alice Bonnefoy-Mazure et Raphaël Dumas
8 h 15 min			
8 h 30 min	Bienvenue	CELLULES SOUCHES - REGENERATION ET REHABILITATION DU MOUVEMENT Louis Casteilla	
8 h 45 min			
9 h 00 min	LE BESOIN MEDICAL Marc Labrunée	CELLULES SOUCHES : QUID DU CERVEAU ? Isabelle Loubinoux	SESSION 2 : ORTHESES, PROTHESES ET AIDES TECHNIQUES Modérateurs : Christian Beyaert et Fabien Leboeuf
9 h 15 min			
9 h 30 min			
9 h 45 min	ENVIRONNEMENT DOMESTIQUE INTELLIGENT POUR LA SANTE Norbert Noury	PAUSE Visite des Stands et des Posters	PAUSE Visite des Stands et des Posters
10 h 00 min			
10 h 15 min	PAUSE Visite des stands et des posters	BIOMATERIAUX POUR L'INGENIERIE TISSULAIRE DE LA MOELLE EPINIÈRE Laurent David	SESSION 3 : EFFET DES TRAITEMENTS SUR LA MARCHÉ Modérateurs : Didier Pradon et Frédéric Chantraine
10 h 30 min			
10 h 45 min			
11 h 00 min	APPLICATION CLINIQUE EN GERIATRIE Sandrine Sourdet	POSTER FLASH	
11 h 15 min			
11 h 30 min	SPONSOR FLASH	DEJEUNER Visite des Stands et des Posters	DEJEUNER Visite des Stands et des Posters
11 h 45 min			
12 h 00 min			
12 h 15 min	WEARABLE MONITORING SYSTEMS BASED ON SENSING TEXTILE PLATFORMS FOR REMOTE CARE OF MOTION IMPAIRMENTS Rita Paradiso	CELLULES SOUCHES ET BIOMATERIAUX POUR LA MEDECINE REGENERATRICE DU DISQUE INTERVERTEBRAL Jérôme Guicheux	SESSION 4 : TRONC & POSTURE - LOMBALGIES Modérateurs : Elisabeth Kolanowski et Mathieu Lempereur
12 h 30 min			
12 h 45 min			
13 h 00 min	TABLE RONDE 1 Gauthier Chassang intervenant invité : RGPD, dispositifs connectés et protection des données personnelles sensibles	APPLICATION CLINIQUE HUMAINE MSC in osteoarticular diseases : where do we stand? Christian Jorgensen	SESSION 5 : MODELES Modérateurs : Laurence Chêze et Thierry Haumont
13 h 15 min			
13 h 30 min	Démonstration T Shirt Connecté Smartex Rita Paradiso	PAUSE Visite des Stands et des Posters	SESSION 6 : MEMBRE SUPERIEUR & ORTHOPEDIE Modérateurs: Raphaël Gross et Stéphane Armand
13 h 45 min			
14 h 00 min	PAUSE Visite des stands et des posters	TABLE RONDE 2 Emmanuelle Rial-Sebbag intervenant invité : enjeux bioéthiques de l'utilisation des cellules souches en médecine	Remise des Prix - Cloture du Congrès
14 h 15 min			
14 h 30 min	SYMPOSIUM ALLERGAN TOXINE BOTULINIQUE ET READAPTATION : LE PRESENT, MAIS SURTOUT L'AVENIR	ASSEMBLEE GENERALE DE LA SOFAMEA Tous les congressistes sont invités à participer, seuls les membres à jour de leur cotisation pourront voter	Rendez-vous à Grenoble en 2019 !!
14 h 45 min			
15 h 00 min			
15 h 15 min	RENCONTRES GROUPES ET ASSOCIATIONS	TEMPS LIBRE	
15 h 30 min			
15 h 45 min	Réunion du Conseil d'Administration de la SOFAMEA	Soirée de Gala	
16 h 00 min			
16 h 15 min			

Sommaire

Conférences invitées 9

Journée satellite : suivi médical en situation de vie quotidienne. Mesure écologique du mouvement par systèmes embarqués et connectés. 9

1. Le besoin médical. *Marc Labrunée* 10
2. Environnement domestique intelligent pour la santé. *Norbert Noury* 11
3. Application clinique en gériatrie. *Sandrine Sourdet* 14
4. Wearable Monitoring Systems based on Sensing Textile Platforms for Remote Care of Motion Impairments. *Rita Paradiso* 15

Journée thématique : réhabilitation du mouvement et régénération tissulaire. 16

1. Cellules souches/régénération et réhabilitation du mouvement. *Louis Casteilla* 17
2. Cellules souches : quid du cerveau? *Isabelle Loubinoux* 18
3. Hydrogels physiques de chitosane pour la réparation des tissus de la moelle épinière. *Laurent David* 20
4. Stem cells and biomaterials for the regenerative medicine of intervertebral disc "when developmental biologists meet tissue engineers". *Jérôme Guicheux* 21
5. MSC in osteoarticular diseases : where do we stand? *Christian Jorgensen* 23

Communications orales 25

Session 1 - Evaluation de la marche. 25

1. Existe-il une relation entre les résultats aux tests cliniques et les anomalies cinématiques observées à la marche chez les patients post-AVC chroniques? *G. Areno, F. Moissenet* 26
2. Accélérométrie et prédiction de la dépense énergétique chez le patient hémiparétique. *L. Barassin, D. Pradon, A. Supiot, J. Courau, N. Roche, J. Slawinski* 27

3. Comparaison multicentrique des indications et des effets de la chirurgie multisite à l'aide du Gait Profil Score. <i>E. Desailly, N. Khouri</i>	28
4. Etude IIMPS : Interface Instrumentalisée Médecin Patient Spastique - Résultats préliminaires. <i>M. Gahier, D. Gamet, K. Buffenoir, B. Perrouin-Verbe, R. Gross</i>	29
5. L'analyse de la marche et le bilan clinique ne sont pas corrélés à l'activité physique chez les enfants atteints de paralysie cérébrale. <i>A-L. Guinet, E. Desailly</i>	30
6. Variabilité intersession et inter-opérateur de la cinématique de la marche. <i>A. Le Saux, O. Galarraga, F. Hareb</i>	31
7. La capacité d'allongement des ischio-jambiers testée par la marche à grands pas chez l'enfant ayant une paralysie cérébrale spastique. <i>J. Pierret, E. Rumilly, M-A. Haldric, J. Paysant, C. Beyaert</i>	32
Session 2 - Orthèses, Prothèses et Aides techniques.	33
1. Est-ce que les paramètres d'analyse de la marche contribuent à la satisfaction des patients un an après une prothèse totale de genou? <i>A. Bonnefoy-Mazure, T. Favre, G. Praplan, S. Armand, Y. Sagawa Jr, D. Hannouche, K. Turcot, A. Lübbecke, H. Miozzari</i>	34
2. Effet d'une orthèse plantaire sur l'arthrose fémoro-tibiale médiale. <i>S. Delacroix, Y. Lescure, D. Nuytens, A. Lavigne</i>	35
3. Evaluation d'une orthèse de cheville hélicoïdale par AQM. <i>R. Dumas, M-C. Arné-Bes, M. Scandella, D. Gasq</i>	36
4. Effets du port d'une tenue Mollii® sur les paramètres de marche d'un enfant quadriplégique spastique déambulant paralysé cérébral. <i>R. Pionnier, A. Paluyan, M. Thetio</i>	37
5. Evaluation de 6 coussins anti-escarres pour les utilisateurs de fauteuil roulant : approche expérimentale. <i>D. Pradon, H.T. Bui, E. Champion, K. Debray, P. Lestriez</i>	38
Session 3 - Effet des traitements sur la marche.	39
1. Amélioration de la marche après injection de toxine botulique dans le Peroneus longus chez de très jeunes enfants atteints d'hémiplésie par paralysie cérébrale. <i>C. Boulay, G. Authier, E. Castanier, S. Pesenti, B. Chabrol, J-L. Jouve, J-M Gracies</i>	40
2. Influence sur la marche d'un traitement chirurgical de la marche digitigrade idiopathique. <i>G. De Coulon, C. Leroquais, A. Bonnefoy-Mazure, S. Armand.</i>	41
3. La fampridine permet-elle d'atteindre des seuils appliqués à la marche déterminés par des méthodes de reproductibilité? <i>P. Decavel, M. Fabrice, T. Moulin, B. Parratte, S. Yoshimasa</i>	42
4. Apprendre de l'expérience pour mieux planifier et prédire l'effet de la chirurgie sur la marche dans la paralysie cérébrale. <i>E. Desailly, O. Galarraga, N. Khouri</i>	43

5. Analyse de l'effet du transfert du droit fémoral par Propensity Score Matching chez l'enfant et l'adolescent atteint de paralysie cérébrale. <i>E. Desailly, A-L. Guinet, A. Badina, N. Khouri</i>	44
6. Influence des tâches cognitives sur la marche des enfants et adolescents avec une paralysie cérébrale. <i>L. Carcreff, N. Valenza, G. Allali, K. Aminian, C. Newman, J. Fluss, S. Armand</i>	45
Session 4 - Tronc, Posture et Lombalgies.	46
1. Classification des mouvements du tronc causés par les rétractions des membres inférieurs durant la marche. <i>M. Attias, A. Bonnefoy-Mazure, A. Tabard-Fougère, L. Carcreff, G. De Coulon Geraldo, L. Chèze, S. Armand</i>	47
2. Validity of Motion Analysis to assess the Sagittal Vertical Axis in patients with low back pain. <i>A-S. Guinot, A. Naaim, M. Grelat, F. Moissenet, J-M. Casillas, D. Laroche</i>	48
3. Effet d'une rééducation axiale accentuée sur le contrôle du tronc des enfants atteints de paralysie cérébrale. <i>J. Pierret, S. Caudron, C. Beyaert</i>	49
4. Asymétrie du phénomène de flexion-relaxation et sa relation avec la souplesse latérale du tronc chez des individus souffrant de lombalgie chronique non-spécifique. <i>K. Rose-Dulcina, S. Genevay, D.E. Dominguez, S. Armand, N. Vuillerme</i>	50
5. La marche chez les enfants et adolescents souffrant de lombalgie non-spécifique chronique est-elle similaire à celle de sujets pédiatriques asymptomatiques? <i>A. Tabard-Fougère, R. Dayer, N. Vuillerme, S. Armand</i>	51
Session 5 - Modèles.	52
1. Fusion de modèles pour la prédiction de la marche postopératoire dans la paralysie cérébrale. <i>O. Galarraga, V. Vigneron, N. Khouri, B. Dorizzi, E. Desailly</i>	53
2. Multi-segment foot modeling : normal vs jump gait. <i>R. Hafi, T. Rezgui, K. Ben Mansour, F. Marin, M. Chafra</i>	54
3. Conséquences biomécaniques d'un équin sur la marche de l'enfant avec Paralysie Cérébrale. <i>M. Lempereur, E. Saudeau, O. Rémy-Néris, C. Pons, L. Houx, B. Borotikar, S. Brochard</i>	55
4. Générer la cinématique articulaire du membre inférieur à partir de la vitesse de marche, du genre, de l'âge et de l'indice de masse corporel d'un sujet. <i>F. Moissenet, S. Armand</i>	56
5. Contributions musculaires à la position du centre de pression pendant la marche. <i>F. Moissenet, R. Dumas</i>	57
Session 6 - Membre supérieur et Orthopédie.	58

1. Protocole 3D bimanuel pour l'évaluation des mouvements du membre supérieur chez les enfants atteints de paralysie cérébrale unilatérale : validation chez les enfants sains. <i>B. Bouvier, T. Pasquet, F. Gaillard, G. Bouzillé, A. Crétual, H. Rauscent, I. Bonan</i> . . .	59
2. Protocole 3D bimanuel : reproductibilité et caractéristiques cinématiques du membre supérieur parétique d'enfants atteints de paralysie cérébrale unilatérale spastique. <i>F. Gaillard, B. Bouvier, G. Bouzille, T. Pasquet, A. Cretual, H. Rauscent, I. Bonan</i> . . .	60
3. Spastic cocontraction, spasticity and impairment of motor function during active elbow extension in adults with hemiparesis. <i>A. Chalard, D. Amarantini, J. Tisseyre, P. Marq, J. Tallet, D. Gasq</i>	61
4. Persistance des stratégies d'adaptation du membre inférieur lors de la marche après reconstruction du ligament croisé antérieur chez l'enfant. <i>E. Poinso, M. Ursei, F. Accadbled, M. Scandella, J. Briot, G. Knorr, J. Sales de Gauzy</i>	62
5. Stratégies d'adaptation de la cheville et du pied dans l'instabilité antérieure du genou chez l'enfant. <i>M. Ursei, F. Accadbled, M. Scandella, G. Knorr, C. Munzer, J. Sales de Gauzy</i>	63

Communications affichées **65**

P1. Etude de l'effet d'un traitement ostéopathe sur le swing du golfeur confirmé. <i>J-B. Beghain, B. Linari, D. Ducommun</i>	65
P2. Effet de l'Entraînement Sportif sur l'Inhibition ou la Facilitation des Motoneurones alpha. <i>M. Ben Cheikh.</i>	66
P3. Comparison of FAP scores with the use of safety footwear and regular walking shoes. <i>D. Benjamin</i>	67
P4. Intérêt de la posturologie dans la mise en condition opérationnelle des unités de combat. <i>P. Bonnichon, C. Roqueplo, O. Aoun</i>	68
P5. L'arthrose de cheville et ses traitements chirurgicaux : Impact sur la biomécanique du membre inférieur. Une revue de la littérature. <i>P-A. Deleu, J-L. Besse, R. Dumas, T. Leemrijse, L. Chèze</i>	69
P6. Nouvelle méthode de calcul des scores de déviation de la marche dans l'hémiplégie. <i>O. Galarraga, C. LLorca, A. Le Saux, F. Hareb</i>	70
P7. L'ingestion diurne de la mélatonine n'affecte pas la stabilité posturale, la locomotion et les performances cognitives dans un environnement chaud et modéré. <i>O. Hammouda, M. Rouis, N. Termoz, T. Driss</i>	71

P8. Effet d'un entraînement combiné de force et d'endurance couplé à une supplémentation en noix sur les performances cognitives et l'équilibre postural en double tâche chez des personnes âgées. <i>A. Kamoun, A. Yahia, O. Hammouda, R. Maaloul, R. Fakhfekh, S. Ghroubi, T. Driss, N. Souissi, M. Habib Elleuch</i>	72
P9. Comparaison entre un système d'analyse cinématique low-cost et un système inertiel lors d'une analyse de la marche en situation contrainte. Etudes de cas sur un sujet sain et un sujet présentant une coxarthrose. <i>A. Picard, N. Houel</i>	73
P10. Traitement par cinématique inverse du modèle conventionnel de marche. <i>F. Leboeuf, M. Sangeux, R. Baker</i>	74
P11. Effet du traitement par orthèse plantaire sur le syndrome fémoro-patellaire du coureur à pied. <i>Y. Lescure, S. Delacroix, D. Nuytens, A. Lavigne</i>	75
P12. High Heeled Gait : Musculoskeletal modeling contribution. <i>H. Rhouma, T. Rezgui, K. Ben Mansour, F. Marin, M. Chafra</i>	76
P13. L'EMG de l'avant-bras peut-il détecter l'origine du déficit de supination chez les enfants avec une paralysie cérébrale unilatérale? <i>A. Sarcher, S. Brochard, B. Perrouin-Verbe, M. Raison, G. Letellier, R. Gross</i>	77
P14. Simulation de la variabilité du mouvement induite par la fatigue lors d'une tâche répétitive de pointage. <i>J. Savin, M.A. Gilles, C. Gaudez, P. Bidaud, V. Padois</i>	78
P15. Intérêt d'une orthèse plantaire dans la prise en charge du recurvatum de genou chez le patient polio présentant un recurvatum de genou en phase d'appui : étude de cas. <i>A. Supiot, F. Genet, B. Berret, N. Roche, D. Pradon</i>	79

Conférences invitées

Journée satellite

Mercredi 24 janvier 2018

SUIVI MÉDICAL EN SITUATION DE VIE QUOTIDIENNE.
MESURE ÉCOLOGIQUE DU MOUVEMENT PAR SYSTÈMES
EMBARQUÉS ET CONNECTÉS.

Le besoin médical.

Marc Labrunée^{1,2}

¹*Inserm, UMR 1048, Institute of Metabolic and Cardiovascular Diseases (I2MC), Université de Toulouse, France;* ²*Médecine Physique et Réadaptation CHU de Toulouse, France.*

La pratique médicale actuelle connaît un tournant organisationnel en ce sens qu'elle est confrontée à la digitalisation de la santé qui est souvent plus subie qu'acceptée. Quantified-self, télé-surveillance, objets connectés, etc, deviennent des termes d'usage courant dans notre société sans qu'il n'existe de véritable consensus sur la place de ces outils dans le quotidien des professionnels de santé. En France comme dans le reste du monde, il existe un fort potentiel de développement permettant d'espérer des progrès majeurs dans la prise en charge des problèmes de santé. Mal maîtrisée, cette révolution technologique pourrait néanmoins être à l'origine de dérives dans la gestion des patients. La définition du besoin médical est ainsi primordiale. A partir d'une analyse objective des données scientifiques disponibles et à travers les éléments de pratique médicale sur les pathologies chroniques, nous tenterons de donner les grands principes à respecter du point de vue médical pour assurer la meilleure efficacité possible de l'E-santé à venir.

Environnement domestique intelligent pour la santé.

Norbert Noury¹

¹*INL, site INSA, Bâtiment Blaise Pascal, 7 avenue Jean Capelle, 69621 Villeurbanne Cedex.*

Le processus de vieillissement se caractérise généralement par une diminution des principales capacités biophysologiques des individus, et se traduit par une réduction significative des activités et des interactions sociales et familiales [1]. Néanmoins, avoir moins d'activités ne vient pas nécessairement avec moins d'implication dans celles conservées [2].

En raison des divers coûts associés au placement dans les maisons de retraite, cout psychologique, social et bien sûr financier, les gens préfèrent rester dans leur propre maison quand ils vieillissent. C'est l'endroit qui leur est le plus familiers, où ils peuvent développer ou maintenir leur réseau déjà existant de relations avec les parents et les pairs. En outre, c'est l'endroit où ils peuvent encore prendre, ou participer à des décisions sur l'organisation comme sur l'architecture interne. En bref, c'est le lieu qui peut permettre aux gens de maintenir une projection bénéfique dans leur avenir, un "projet de vie" à court et à long terme.

Par conséquent, pour faire face à l'augmentation de la longévité, les décideurs agissant dans le domaine des gérontechnologies - chercheurs dans divers domaines de la santé publique et des TIC, partenaires industriels, business men, ainsi que les politiciens - doivent envisager activement de nouvelles façons de satisfaire les besoins d'une vie autonome à la maison.

Avec le vieillissement, la personne âgée va naturellement réduire ses activités. Cela correspond à un processus physiologique normal en raison de la perte de la force musculo-squelettique et des aptitudes. Il peut s'agir d'une sénescence «normale» avec une réduction lente des activités possibles et de leurs intensités. Cela peut aussi être plus «pathologique» si le sujet réduit ses activités par crainte des situations «sujettes à accidents», comme une agression ou une chute ; avec des conséquences directes sur la réduction de la socialisation et l'isolement. Bien que d'une manière plus optimiste, le vieillissement peut aussi être «optimal» si le sujet accepte et s'adapte à sa nouvelle situation en évolution.

La thèse principale dans cette présentation est qu'il est possible de rendre possible cette voie plus optimiste du vieillissement par l'utilisation des technologies de l'information "facilitantes". Par la collecte de diverses informations directement sur le terrain, puis l'utilisation de mécanismes de fusion de données pour produire des informations de niveau supérieur sur les tendances (trajectoires) de la santé, aussi avec la production de rétroactions adaptées qui vont motiver et accompagner le sujet (coaching) ; Cela devrait également s'adresser aux deux autres types d'acteurs dans la maison, que sont les professionnels et les aidants informels.

Toutefois, l'introduction de technologies dans le domicile personnel, et dans les activités des professionnels de terrain, doit être questionnée en termes d'acceptation pour éviter le risque de rejet [3]. Les TIC sont sujettes à être envahissantes et vont modifier les relations et les interactions avec les autres personnes et avec les lieux. Par conséquent, nous devons envisager l'impact

de l'introduction des TIC dans la maison, c'est-à-dire que nous devons sélectionner des outils pour mesurer cet impact.

La principale source d'information que nous pouvons recueillir à la maison provient de la surveillance des activités du sujet en termes de variété et d'intensité. Encore une fois nous avons besoin de quelques métriques. Que devons-nous mesurer et que faisons-nous des informations collectées ?

Nous fondons nos connaissances sur le concept d'homéostasie. C'est un processus naturel pour réguler nos paramètres physiologiques internes afin de faire face à des variations externes (par exemple thermorégulation de la température centrale interne, adaptation de la fréquence cardiaque aux efforts, régulation de la pression artérielle, régulation des concentrations sanguines en oxygène et dioxyde de carbone, etc.). Il a été démontré par le physiologiste français Claude Bernard [4] que l'adaptation de l'homéostasie est une expression de bonne santé car elle montre comment le système humain s'adapte dynamiquement pour faire face à des agressions pathologiques.

Dans le projet français AILISA nous avons commencé par développer d'une technologie de détection de base, basée sur un réseau de capteurs pour mesurer quelques paramètres physiologiques, les conditions ambiantes et des paramètres d'activités. Nous avons proposé la représentation des activités par "ambulogrammes" [5] pour visualiser la mobilité quotidienne et nous avons été les premiers à découvrir les "rythmes circadiens des activités" [6,7]. Nous avons constaté que la technologie que nous avons placée à la maison n'a pas été rejetée par le peuple. Mais aussi que la technologie ne devrait pas être trop contraignant pour l'utilisateur final ; les dispositifs physiologiques ont été rapidement négligés parce qu'ils nécessitaient trop d'interactions avec les utilisateurs.

Dans le projet MAPA, promu par Orange Labs, nous avons adopté une approche moins intrusive en utilisant une technologie déjà en place. Un simple compteur de l'énergie électrique a été modifié afin de produire des indicateurs du type d'activités réalisées. Nous avons découvert qu'avec cette technologie très discrète, nous pouvions détecter certaines tendances pathologiques des activités [8]. C'est aussi une confirmation que les principales informations collectées ne concernent pas les valeurs absolues (statiques), mais leurs variations (dynamiques).

Le domaine des habitats intelligents n'est pas nouveau comme il a commencé à se développer dans le milieu des années 90. Pourtant, nous devons bien constater son déploiement très limité. Il est donc toujours utile de se questionner sur les moyens d'introduire des technologies dans la maison. Était-ce un échec dans l'acceptation, dans la motivation, ou nous n'avons pas eu accès aux bons leviers (politique, industriel, investisseurs) ? Ainsi, dans notre discussion, nous tenterons d'apporter quelques éléments de réponses mais, modestement, aucune solution ne sera proposée.

En conclusion, et pour aller plus loin, nous voulons considérer les habitats intelligents pour la santé non seulement comme un problème à résoudre en soi, mais au delà comme un paradigme

plus large des problèmes de plus en plus complexes que les humains devront résoudre dans un proche avenir. De toute évidence, de plus en plus de problèmes sont un mélange complexe de différents points de vue scientifiques, technologiques, des usages, de l'ergonomie, et de la sociologie. Ce que nous apprenons, c'est que nous avons besoin de travailler ensemble, de partager nos connaissances, d'élargir notre propre compréhension, d'avoir une vision plus intégrative, aussi plus souple et modeste.

Bibliographie

- [1] Lelièvre E., Bonvalet C., Family Beyond Household and Kin- Life Event Histories and Entourage, a French Survey, Springer, 2016, 198 pages.
- [2] Clément S., Rolland C., Thoer-Fabre C., Usages, normes, autonomie : analyse critique de la bibliographie concernant le vieillissement de la population, Ed. Plan Urbanisme Construction Architecture, Paris 2007 , Vol 177, 240 pages.
- [3] Czaja S.J., Charness N., Fisk A.D., Hertzog, « Factors predicting the use of technology? », Psychology and aging, 2006, 21(2), 333-352.
- [4] Claude Bernard, Introduction à l'étude de la médecine expérimentale, Flammarion, Paris, 1865 (Paris : Éditions Garnier-Flammarion, 1966, 318 pages.
- [5] Norbert Noury et al., Monitoring behavior in home using a smart fall sensor and position sensors?, in proc. IEEE-EMBS Microtechnologies in Medicine & Biology, Lyon, Oct 2000, 607-610.
- [6] Virone G., Noury N., Demongeot J.,?A system for automatic measurement of circadian activity deviations in telemedicine?, IEEE-Transactions on Bio-Medical Engineerings , vol. 49, n°12, Dec 2002, pp 1463-1469.
- [7] Le Bellego G., Noury N., Virone G., Mousseau M., Demongeot J., Measurement and Model of the Activity of a Patient in his Hospital Suite?, IEEE TITB, vol.10, Jan.2006, pp.92-99.
- [8] Noury N., Berenguer M., Teyssier H., Bouzid M-J., Giordani M., Building an Index of Human Activity from the activity on the Residential Electrical Power Line?, IEEE-TITB , vol.15 (5), sept. 2011, pp.758-766.

Application clinique en gériatrie.

Sandrine Sourdet^{1,2} et Antoine Piau²

¹*Inserm UMR1027, Université de Toulouse III Paul Sabatier, Toulouse, France ;* ²*Gérontopôle, Centre Hospitalier Universitaire Toulouse, Toulouse, France.*

Un des objectifs principaux de la prise en charge du sujet âgé est d'éviter l'entrée dans la dépendance. En ce sens, le repérage et la prise en charge de la fragilité sont devenus depuis quelques années une priorité en gériatrie. La fragilité physique est définie selon plusieurs critères parmi lesquels la perte de poids, la diminution de la force musculaire, la fatigue, la diminution de la vitesse de marche et un faible niveau d'activité physique. Chez le sujet âgé fragile, un axe majeur d'intervention est la promotion de l'activité physique. Une des limites de la prise en charge actuelle est la difficulté de suivi de ces sujets lorsqu'ils sont à domicile, aussi bien concernant l'adhésion aux programmes d'intervention, qu'en terme d'évolution de leurs performances fonctionnelles, et notamment leur vitesse de marche. Une des solutions est l'utilisation de semelles intelligentes, permettant au praticien et au sujet de suivre précisément leurs performances physiques.

Wearable Monitoring Systems based on Sensing Textile Platforms for Remote Care of Motion Impairments.

Rita Paradiso

Motion Analysis Lab (MAL), Spaulding Rehabilitation Hospital, Boston, MA, USA ; SMARTEX s.r.l., Pisa, Italy

The analysis of human movement is generally performed by measuring kinematic variables of anatomic segments with accelerometers, electrogoniometers, electromagnetic sensors or cameras. Conventional sensors often require the application of complex and uncomfortable mechanical plug in order to embed the sensors in the garments, or their use is confined in a defined space; therefore the possibility of having a well fitting sensing garment provides strong advantages in terms of effectiveness and motivation, for these reasons wearable monitoring systems are suitable candidate for ambulatory assistance in a naturalistic setting, as they enable design and production of non-obtrusive well fitting garments with distributed sensors and electrodes. A wearable monitoring system has to sense, to recognize and to classify information like posture, gesture, activity, physical interaction with the environment, and to combine them with physiological signals, like electromyography, galvanic skin impedance, electrocardiogram, respiratory signal, heart rate variability, etc. These sensing platforms provide a complete description of the subject in term of physical activity and physiological state through a multivariable analysis. By combining this set of information, a virtual model of the subject can be created and used to provide assistance in real time, while in a long term study, all the collected data allow to analyze the trend of the parameters, to correlate and use them to improve the virtual model and to adjust the therapeutic intervention. The wearable sensing systems are conceived to work in a remote environment without any supervision, to this purpose the technology has to be robust and user friendly.

A redundant distribution of sensors and the use of data fusion allow to go beyond the sole movements recognition, new metrics can be applied, and parameters like the gestures fluidity or the movement intensity can be evaluated, information that are easily recognized by our brain but that are difficult to measure.

However, also the use of a minimal configuration of sensors can be sufficient to provide feedback to the therapist and to the patients about physical activity and motor capability. These features will be more accurate and reliable if the sensors are located close to the signal body source and after the execution of a calibration protocol.

Journée thématique

Jeudi 25 janvier 2018

**RÉHABILITATION DU MOUVEMENT ET RÉGÉNÉRATION
TISSULAIRE.**

Cellules souches/régénération et réhabilitation du mouvement.

Louis Casteilla^{1,2}

¹*Délégué Pôle de coordination COMUE Toulouse Biologie, Agronomie, Biotechnologie, Santé ;*

²*Directeur STROMALab, Université de Toulouse, CNRS ERL5311, EFS, INP-ENVT, Inserm U1031, UPS, Toulouse, France BP 84 225 31 432 Toulouse, France.*

e-mail : louis.casteilla@inserm.fr ; <http://www.stromalab.fr/>

Les découvertes successives de ces dernières années sur les cellules souches ont ouvert un champ thérapeutique nouveau et considérable qui correspond à la médecine régénérative. Cet attrait a été renouvelé au travers du prix Nobel de médecine attribué au Dr Yamanaka sur les cellules souches induites. La médecine régénérative a pour objectif ultime de reconstituer un tissu à l'identique de sa forme et de sa fonction après son agression ou destruction qu'elle soit liée à un accident, une pathologie ou au vieillissement. Ce domaine en plein développement a atteint le niveau clinique où un grand nombre de protocoles est testé. Cependant si un certain nombre de succès a pu être obtenu au niveau tissulaire, le graal de cette recherche est la régénération d'organe complexe tel que le membre. Ce type de régénération est possible et étudié chez des vertébrés inférieurs (salamandre) et pendant longtemps considéré comme impossible chez le mammifère dont l'homme. Cependant une série de résultats récents semble indiquer que ces processus seraient possibles pendant la gestation et la phase périnatale et seraient inhibés au cours de la vie post-natale. La levée de ces inhibitions permettrait la régénération. Les travaux dans les modèles animaux suggèrent qu'il existe un nombre restreint de déterminants qui joueraient un rôle clé dans l'induction d'une première structure appelée blastema qui contiendrait l'ensemble des informations nécessaires au processus de régénération. Des mécanismes d'auto-organisation prendraient alors le relais. Des résultats très récents chez les primates montrent que des résultats spectaculaires chez des individus hémiparétiques passent par une collaboration forte entre robotique, intelligence artificielle et biologie associée à un nouvel apprentissage. Nous proposons de présenter ce domaine de recherche en plein développement.

Cellules souches : quid du cerveau ?

Isabelle Loubinoux¹, Christophe Vieu².

¹*ToNIC, Toulouse NeuroImaging Center, Université de Toulouse, Inserm, UPS, France.* ; ²*LAAS-CNRS, Université de Toulouse, CNRS, INSA, UPS, Toulouse, France.*

Stroke represents the first cause of adult acquired disability. Spontaneous recovery, dependent on endogenous neurogenesis, allows for limited recovery in 50% of patients who remain functionally dependent despite physiotherapy. Here we propose a review of novel drug therapies with strong potential in the clinic. We will also discuss new avenues of stem cell therapy in patients with cerebral lesion. A promising future for the development of efficient drugs to enhance functional recovery after stroke seems evident. However, these drugs are unlikely to lead to spectacular improvements in severely affected patients. The efficacy of stem cell engraftment has been demonstrated, but is insufficient in restoring tissue function for the massive brain lesions that are most debilitating. New answers may lay in biomaterials, a steadily growing field. Biomaterials should ideally resemble lesioned brain structures in architecture and must be proven to increase functional reconnections within host tissue before clinical testing.

It is now well-known that various mechanisms of brain plasticity occur after stroke onset, both in the acute phase and beyond [1]. They may partially account for the spontaneous recovery of motor function. Therefore, drug treatments have increasingly aimed to enhance these processes in order to improve functional recovery.

As for tissue repair of the lesioned area, endogenous neurogenesis does not however produce mature neuronal and glial cells in sufficient number to completely regenerate lesioned CNS tissue [2]. Over the last decades, this observation has led to intense focus on stem cell therapy for the treatment of acute and focal CNS damage produced by pathologies such as stroke, traumatic brain injury and spinal cord injury (SCI). Transplanted stem cells are expected to (i) exert trophic effects on host tissue by secretion of beneficial factors and/or (ii) actually replace lost tissue and establish functional short or long-distance connections with host cells. Numerous neural and non-neural stem cell types have shown promise in experimental rodent models of stroke and non-human primate (NHP) models of SCI. This preclinical evidence has allowed stem cell delivery to be clinically tested for safety and efficacy in the treatment of stroke [3, 4], TBI [5] and SCI [6]. However, stem cell trials for brain repair have yet to show consistent results respective to efficacy and functional improvement in Man.

Indeed, when considering stem cell graft within the lesion site, it is important to stress the inhospitable nature of the tissue. Excitotoxicity, inflammatory processes, glial scar formation, growth-inhibiting factors, abnormal tissue structure and loss of extracellular matrix components render the lesion site unfavorable to neuroblast survival and differentiation. Stem cells grafted close to the brain lesion may die despite immunosuppressant therapy.

A promising way to provide endogenous neuroblasts and grafted cells with a suitable microenvironment may consist in the development of biomaterial ECM replacements and « scaffolds ».

Biomaterials aiming to mimic the ECM have allowed tissue reconstruction in models of stroke. They may also be engineered to deliver trophic factors or to guide axonal growth [7]. Implantation of biomaterial has just reached first-in-Man clinical testing in the injured spinal cord [8]. Co-transplantation of biomaterial and stem cells has been successfully tested in preclinical studies for the treatment of stroke in the chronic phase in rodents. Although the translation of such therapies to the clinic presents technical challenges, we believe this technology opens up exciting avenues of treatment for focal chronic brain injury.

Here we propose to review the most recent innovative drug, stem-cell and bio-material based therapies for the treatment of CNS injuries such as those caused by stroke and SCI.

Références

- [1] Lindvall O, Kokaia Z (2015) Neurogenesis following Stroke Affecting the Adult Brain. *Cold Spring Harb Perspect Biol* 7 :a019034.
- [2] Arvidsson A, Collin T, Kirik D, Kokaia Z, Lindvall O (2002) Neuronal replacement from endogenous precursors in the adult brain after stroke. *Nat Med* 8 :963-970.
- [3] Steinberg GK, Kondziolka D, Wechsler LR, et al (2016) Clinical Outcomes of Transplanted Modified Bone Marrow-Derived Mesenchymal Stem Cells in Stroke : A Phase 1/2a Study. *Stroke* 1817-24.
- [4] Kalladka D, Sinden J, Pollock K, et al (2016) Human neural stem cells in patients with chronic ischaemic stroke (PISCES) : a phase 1, first-in-man study. *The Lancet* 388 :787-796.
- [5] Cox CS, Hetz RA, Liao GP, et al (2017) Treatment of Severe Adult Traumatic Brain Injury Using Bone Marrow Mononuclear Cells : Bone Marrow Cells for TBI. *Stem Cells* 35 :1065-1079.
- [6] Tabakow P, Jarmundowicz W, Czapiga B, et al (2013) Transplantation of Autologous Olfactory Ensheathing Cells in Complete Human Spinal Cord Injury. *Cell Transplant* 22 :1591-1612.
- [7] Vaysse L, Beduer A, Sol JC, Vieu C, Loubinoux I (2015) Micropatterned bioimplant with guided neuronal cells to promote tissue reconstruction and improve functional recovery after primary motor cortex insult. *Biomaterials* 58 :46-53.
- [8] Theodore N, Hlubek R, Danielson J, Neff K, Vaickus L, Ulich TR, Ropper AE (2016) First Human Implantation of a Bioresorbable Polymer Scaffold for Acute Traumatic Spinal Cord Injury : A Clinical Pilot Study for Safety and Feasibility. *Neurosurgery* 79 :E305-E312.

Hydrogels physiques de chitosane pour la réparation des tissus de la moelle épinière.

Laurent David¹, Alexandra Montembault¹, Sylvia Soares², Ysander von Boxberg², Fathia Nothias².

¹*IMPLyon1, CNRS UMR 5223, Université Lyon 1, Université de Lyon, Bat. Polytech Lyon, 15 bd Latarjet 69622 Villeurbanne Cedex France*; ²*Laboratoire Neurosciences Paris Seine, CNRS UMR 8246, Inserm U1130, Université P. & M. Curie, Bat A-3e, boîte 002, 7 quai St Bernard, 75005 Paris, France.*

Une lésion traumatique du système nerveux central adulte (cerveau et moelle épinière) est généralement suivie d'une très faible repousse axonale à travers le site de la lésion, contrairement au système nerveux périphérique. Néanmoins, la recherche sur les lésions de la moelle épinière (SCI) a récemment fait un grand bond en avant dans l'élucidation des processus dégénératifs, inflammatoires et protecteurs déclenchés par les lésions de la moelle, et des mécanismes limitant la repousse des fibres lésées dans le SNC adulte.

Dans ce travail [1], nous avons développé des formulations de biomatériaux à base de chitosane, offrant de nouvelles voies pour induire une régénération tissulaire et une recouvrance fonctionnelle, sur un modèle de rat. Notre stratégie est basée sur l'optimisation de formulation d'un hydrogel physique de chitosane à l'état fragmenté, offrant ainsi une structure ouverte et résorbable aux macrophages dont la polarisation permet une reconstruction tissulaire avec une néovascularisation, un pontage axonal de la lésion, et in fine un gain du score BBB quantifiant la fonction locomotrice.

Références

[1] Chedly J, Soares S, Montembault A, von Boxberg Y, Veron-Ravaille M, Mouffle C, Benassy MN, Taxi J, David L, Nothias F, Physical chitosan microhydrogels as scaffolds for spinal cord injury restoration and axon regeneration. *Biomaterials*. 2017, 138 :91-107. doi : 10.1016/j.biomaterials.2017.05.024.

Stem cells and biomaterials for the regenerative medicine of intervertebral disc "when developmental biologists meet tissue engineers".

Jérôme Guicheux^{1,2}

¹Inserm, UMRS 1229-RMeS (ex U791-LIOAD), STEP team, Université de Nantes, Nantes, France; ²CHU Nantes, PHU4-OTONN, Nantes, France.

Mail address : jerome.guicheux@inserm.fr

Key words : stem cells, intervertebral disc, biomaterials, regenerative medicine, low back pain.

Intervertebral disc (IVD) ensures the function of "shock absorber" against the constraints that the spine undergoes throughout life. IVD is a fibrocartilaginous tissue that consists of a peripheral network of type 1 collagen fibers (Annulus fibrosus, AF), which surrounds a highly hydrated gel (Nucleus pulposus, NP). IVD degeneration is one of the major causes of low back pain (LBP). Currently, LBP is mainly managed by pharmacological treatments and, if unsuccessful, by surgical procedures (spine fusion or arthroplasty). To clinically address LBP earlier in the degenerative cascade, cell-based repair strategies could offer relevant alternatives to spinal reconstructive surgery. In this context, our REMEDIV project aims at developing an injectable NP substitute containing stem cells-derived IVD cells within a biomaterial that could be percutaneously transplanted into degenerated IVD. We will present our recent data regarding the generation of NP cells from mesenchymal stem cells. We will also share our recent unpublished evidences that human induced pluripotent stem cells can be differentiated into IVD cells. Finally, we will consider our ability to transplant regenerative cells using a self-setting hydrogel in various animal models. Whether this concept could open new therapeutic windows in the management of discogenic LBP will finally be discussed.

Références

- J. Clouet, C. Vinatier, C. Merceron, P. Weiss, G. Grimandi, J. Guicheux. Intervertebral disc : from the fundamental aspects to tissue engineering. *Joint Bone Spine* (2010), 76(6) :614-8.
- J. Clouet, M. Pot-Vaucel, O. Hamel, M. Masson, J. Lesoeur, B.H. Fellah, M. Fuselier, Y. Cherel, P. Weiss, Y. Maugars, G. Grimandi, J. Guicheux, C.Vinatier. Degeneration of the intervertebral disc : correlation between MRI, histology and gene expression. *BMC musculoskeletal disorders* (2011) Jul 4; 12(1) :147.
- O. Lucas, O. Hamel, A. Blanchais, J. Lesoeur, Y. Cherel, B.H. Fellah, M. Fusellier, O. Gauthier, E. Bord, G. Grimandi, C. Vinatier, J. Guicheux, J. Clouet. Laser-treated Nucleus pulposus as an innovative experimentally-induced model of intervertebral disc degeneration. *Experimental Biology and Medicine* (2012) Nov 1; 237(11) :1359-67.
- P. Colombier, J. Clouet, O. Hamel, L. Lescaudron, J. Guicheux. The lumbar intervertebral disc : from embryonic development to degeneration. *Joint Bone Spine*. 2014 Mar ; 81(2) :125-9.
- P. Colombier, A. Camus, L. Lescaudron, J. Clouet, J. Guicheux. Intervertebral disc regeneration : a great challenge for tissue engineers. *Trends in Biotechnology* (2014) Sep ; 32(9) :433-5.

- N. Henry, P. Colombier, L. Lescaudron, O. Hamel, J. Lebideau, J. Guicheux, J. Clouet. Médecine régénératrice du disque intervertébral. *Medecines/Sciences* (2014); 30(12) :1091-100.
- P. Colombier, J. Clouet, M. Ruel, G. Bonin, J. Lesoeur, C. Boyer, A. Moreau, B.H. Fellah, P. Weiss, L. Lescaudron, A. Camus, J. Guicheux. TGF- β 1 and GDF5 act synergistically to drive the differentiation of human adipose stromal cells toward nucleus pulposus-like cells. *Stem Cells*. 2016 Mar; 34(3) :653-67.
- M. Fusellier, P. Colombier, J. Lesoeur, S. Youl, S. Madec, O. Gauthier, O. Hamel, J. Guicheux, J. Clouet Longitudinal comparison of enzyme- and LASER-treated intervertebral disc by MRI, X-Ray and histological analyses reveals discrepancies in the evolution of disc degeneration : a rabbit study. *Biomed Res Int*. 2016; 2016 :5498271.
- Le Fournier L, Fusellier M, Halgand B, Lesoeur J, Gauthier O, Menei P, Montero-Menei C, Guicheux J, Clouet J. The transpedicular surgical approach for the development of intervertebral disc targeting regenerative strategies in an ovine model. *Eur Spine J*. 2017 Jul 3. doi : 10.1007/s00586-017-5199-z.

MSC in osteoarticular diseases : where do we stand ?

Christian Jorgensen¹ on behalf of ADIPOA consortium.

¹*CHU Montpellier, Inserm U844, Hôpital saint-Eloi. 80, Rue Augustin Fliche 34295 Montpellier, France.*

Mesenchymal stromal cells (MSC) are adult stem cells exhibiting functional properties that have open the way for cell-based clinical therapies. Primarily, their capacity of multilineage differentiation has been explored in a number of strategies for skeletal tissue regeneration. More recently, MSCs have been reported to exhibit immunosuppressive as well as healing capacities, to improve angiogenesis and prevent apoptosis or fibrosis through the secretion of paracrine mediators including HGF, IL1RA, IL-6, PDL-1, TSG6, TGF- β 1 and PGE2. In normal homeostasis, IL1Ra counterbalances the effect of IL1 α and IL1 β as a competitive receptor antagonist. MSC immunosuppressive effect is highly variable according to cell population heterogeneity.

We performed pre-clinical models of osteoarthritis, and showed that a local injection of ASC showed a reduction of synovitis, reduction of osteophytes, joint stabilization, reducing the score of cartilage lesions. We then investigated the role of iNOS, IL6 and IL1RA respectively using the inflammatory collagen-induced arthritis model. In contrast to wt MSCs, which reduced both the incidence and clinical signs of arthritis, IL1RA^{-/-} MSCs were not able to prevent arthritis progression and even worsened the arthritic symptoms. μ CT analysis showed a protection against bone erosion by wt MSCs but not in IL1RA^{-/-} MSCs-treated mice. We found a decrease of the number of CD4+IFN- γ + Th1 and CD4+IL-17+ Th17 lymphocytes in the spleens of wt MSCs-treated mice as compared to IL1RA^{-/-} MSCs-treated mice. This work was completed by toxicology data showing the excellent tolerance of the local injection of ADSC and biodistribution showing the persistence of cells after 6 months in murine models.

We conducted a open-label phase 1 trial including 18 patients with severe osteoarthritis of the knee in failure of conventional therapies (62.5% were KL IV) at two sites, Montpellier and Würzburg. Mean age was 61 years, with a 10 years history of knee OA. The patient received a single injection of autologous ASC 15 days after lipoaspiration (2.10^6 , 10^7 or 5.10^7) through intra-articular injection. The primary outcome measure of effectiveness was patient-reported WOMAC pain subscores by VAS in the affected knee at week 12. Secondary outcome measures included Outcome Measures in Rheumatology Clinical Trials and Osteoarthritis Research Society International (OMERACT OARSI) responses. We observed a decrease of the VAS Pain (73 ± 11 mm day 0 to 32 ± 23 month 3), and of WOMAC (50 ± 18 to 25 ± 7 month 3).

This study confirms the feasibility and safety of local injection of autologous cells from adipose tissue. Moreover, a molecular signature associated with increase immunosuppressive potential is described.

Communications orales

Vendredi 26 janvier 2018

Session 1

-

EVALUATION DE LA MARCHE.

Existe-il une relation entre les résultats aux tests cliniques et les anomalies cinématiques observées à la marche chez les patients post-AVC chroniques ?

Gilles Areno, Florent Moissenet.

Centre National de Rééducation Fonctionnelle et de Réadaptation - Rehazenter, Luxembourg.

Introduction. Les déficits moteurs consécutifs à un AVC s'expriment notamment au travers d'anomalies à la marche. Plusieurs outils existent pour identifier ces anomalies. Entre autres, les classifications basées sur l'analyse observationnelle permettent d'établir des groupes de patients en fonction de leurs anomalies à la marche [1], avec l'avantage d'être peu chronophages et de n'utiliser aucune instrumentation. Suivant la classification internationale du fonctionnement, ces outils permettent de faire le lien entre la fonction (les déficits observés cliniquement) et l'activité (les anomalies observés à la marche). L'emploi d'un protocole standardisé restreignant les facteurs environnementaux (p.ex. lors d'une analyse quantifiée de la marche) limite cependant l'évaluation des capacités fonctionnelles d'un patient dans des conditions écologiques. Les tests cliniques utilisés pour l'évaluation de la marche [2] se rapprochent plus de ces conditions en introduisant des notions de performance (10-m-walk-test), de fatigue (6-min-walk-test), ou d'équilibre (Berg Balance Scale). Le lien entre ces tests et la participation du patient estimée à partir de son nombre de pas par jour a récemment été établie par [3]. Cependant, le lien entre les anomalies à la marche observées à la marche et les résultats aux différents tests cliniques n'a pas encore été établi. Cette étude a donc pour objectif de déterminer ce lien.

Matériel & Méthodes. Trente-trois patients du Centre National de Rééducation Fonctionnelle et de Réadaptation du Luxembourg ont été inclus dans cette étude rétrospective. Tous les sujets présentaient une hémiparésie chronique consécutive à un AVC, avec un périmètre de marche minimum de 10m et l'utilisation ou non d'aides techniques à la marche. Après avoir été groupés suivant la classification proposée par [2], ces patients ont été évalués à l'aide de 3 tests cliniques (6-min-walk-test, 10-m-walk-test, Berg Balance Scale) proposés dans un ordre aléatoire. La différence de résultats aux tests cliniques entre les groupes a finalement été objectivée statistiquement par un test de Kruskal-Wallis complété par un test de comparaison multiple de Steel-Dwass-Critchlow-Fligner ($p < 0.05$).

Résultats. Pour le 6-min-walk-test, on observe des différences significatives entre les groupes I (atteinte distale exprimée par un pied tombant) et III (atteinte globale avec une faiblesse de fléchisseurs de hanche) ($p = 0.002$), et entre les groupes II (présence d'un déficit de flexion de genou en phase oscillante d'origine spastique) et III ($p = 0.012$). Pour le 10-m-walk-test, on observe des différences significatives entre les groupes I et II ($p = 0.042$), I et III ($p = 0.001$), et II et III ($p = 0.018$). Enfin, pour le Berg Balance Scale, on observe des différences significatives entre le groupe III et les groupes I ($p = 0.001$) et II ($p = 0.011$).

Discussion & Conclusion. Une relation entre les anomalies à la marche et les capacités fonctionnelles des patients présentant une hémiparésie chronique semble donc exister. La classification employée présente un intérêt clinique au vu de sa capacité à grouper les patients de même niveau fonctionnel. Le nombre de patients inclus dans l'étude devra cependant être étendu avant une application clinique.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Chantraine et al., Plos One, 2016.
- [2] Sullivan et al., Phys Ther, 2013.
- [3] Fulk et al., Stroke, 2017.

Accélérométrie et prédiction de la dépense énergétique chez le patient hémiparétique.

Léo Barassin¹, Didier Pradon², Antony Supiot², Julien Courau², Nicolas Roche², Jean Slawinski¹.

¹*UFRSTAPS - Centre de recherche sur le sport et le mouvement - EA 2931, Université de ParisNanterre;*

²*Inserm Unit 1179, Team 3 : Technologies and Innovative Therapies Applied to Neuromuscular diseases, UVSQ, CIC 805, Physiology-Functional Testing Ward, AP-HP, Raymond Poincaré Teaching Hospital, Garches.*

Introduction. A la suite d'un accident cardio vasculaire (AVC), des troubles neuromusculaires réduisent la vitesse, la cadence et la longueur de la foulée de marche [1]. Ces troubles augmentent la dépense énergétique (DE) de la locomotion. Un patient atteint d'un AVC peu consommer jusqu'à deux fois plus d'énergie qu'un sujet sain pour parcourir la même distance [2]. Dans la pratique clinique un moyen simple de prédire cette DE est d'utiliser l'accélération du centre de masse (DEAcc). Chez les sujets sains cette mesure de DEAcc a été validée en comparaison avec la méthode de mesure de la calorimétrie indirecte (DEMETA). Chez des patients atteints d'hémiparésie et présentant une asymétrie au cours d'une tâche locomotrice l'estimation de cette DE à partir de paramètres mécaniques pourrait s'avérer plus problématique. L'objectif de cette étude est de comparer la DEAcc avec la DEMETA mesurée chez des patients atteints d'hémiparésie et présentant une asymétrie au cours d'une tâche locomotrice.

Matériel et Méthodes. 10 sujets sains (SS) et 12 patients hémiparétiques (PH) ont participé à cette étude. Chaque participant réalisait un test de six minutes de marche (T6MM) équipé d'un système de calorimétrie indirecte portable (K4b², Cosmed, Italie) et d'un accéléromètre triaxial (Equivital®) placé entre L3 et L4.

Résultats. La DEMETA mesurée était de $10,8 \pm 3,0$ W·Kg⁻¹ dans le groupe SS, et de $5,2 \pm 1,4$ W·Kg⁻¹ dans le groupe PH. La DEACC mesurée était de $9,0 \pm 2,6$ W·Kg⁻¹ dans le groupe SS, et de $12,0 \pm 15,1$ W·Kg⁻¹ dans le groupe PH. Aucune corrélation significative n'était observée entre la DEACC et DEMETA chez SS ($r=0,17$ et $p=0,14$) et PH ($r=0,07$ et $p=0,1$). La méthode de Bland-Altman révélait une différence de $1,8 \pm 3,6$ W·Kg⁻¹ avec une médiane égale à $1,8 \pm$ limites d'agrèments (LDA). Pour SS et une différence moyenne de $10,0 \pm 8,9$ avec une médiane égale à $-9,8 \pm$ LDA pour PH.

Discussion et Conclusion. Les résultats montrent que la DEMETA est plus élevée dans le groupe SS que dans le groupe PH alors c'est l'inverse pour la DEACC. Il n'y a donc pas de lien entre la mesure de la DEMETA avec la DEACC notamment chez les patients hémiparétiques. Les troubles locomoteurs perturbent la mesure accélérométrique et entraînent à la fois une surestimation de la DE ainsi qu'une très grande variabilité inter-individuelle de sa mesure. L'utilisation d'accéléromètres pour l'estimation de la DE se confronte à d'importantes limites chez les patients hémiparétiques. Ces limites pourraient être partiellement levées soit par l'établissement d'une nouvelle équation de prédiction spécifique pour ce type de population soit par un positionnement différent de l'accéléromètre sur le corps.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Chen, G., Patten, C., Kothari, D. H., & Zajac, F. E. (2005). Gait differences between individuals with post-stroke hemiparesis and non-disabled controls at matched speeds. *Gait and Posture*, 22(1), 51-56.
- [2] Slawinski, J., Pradon, D., Bensmail, D., Roche, N., & Zory, R. (2014). Energy Cost of Obstacle Crossing in Stroke Patients. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation / Association of Academic Physiatrists*, 93(12), 1-7.

Comparaison multicentrique des indications et des effets de la chirurgie multisite à l'aide du Gait Profil Score.

Eric Desailly¹, Néjib Khouri².

¹Fondation Ellen Poidatz ; ²Hôpital Universitaire Necker Enfants Malades.

Introduction. La chirurgie multiétagée a pour objectif d'améliorer la marche des patients atteints de paralysie cérébrale. Bien que pratiquée par de nombreuses équipes de par le monde, elle n'est pas encore totalement codifiée et ses indications et spécificités techniques sont encore discutées. Notre objectif est de comparer les résultats de notre série à celles publiées par des équipes renommées. Notre hypothèse est que des différences éventuelles vont permettre d'envisager une évolution des indications et/ou des techniques.

Matériel et Méthodes. 105 patients, ont été opérés à 13 ± 3 ans (95 diplégies, 10 hémiplegies, GMFCS I :28 ; II :46 ; III :31). Les gestes ont été : 68 ostéotomies bassin, fémur ; 51 parties molles de hanche ; 103 transferts du rectus femoris ; 102 allongements des ischio-jambiers ; 42 abaissements de la patella ; 23 ostéotomies fémorales distales ; 12 dérotations tibiales ; 99 parties molles cheville ou pied ; 54 arthrodèses ou ostéotomies du pied. Tous ont eu un examen clinique et une AQM avant et 18 mois après chirurgie. Le GPS [1] et sa variation postopératoire, de notre série notée A, ont été mesurés et comparés à ceux de 2 autres équipes noté B [2] et C [3]. La significativité des différences est appréciée par t-test globalement et par fenêtres glissante de $\pm 1,6$ GPS [4].

Résultats. On observe des différences de GPS pré opératoire entre B (11.5 ± 3.3), C (15.6 ± 3.9) et A (16.8 ± 4.4). Les variations globales de GPS de A ($4,7 \pm 4,2$) et C ($4,4 \pm 3,8$) sont comparables et différent de B ($2,5 \pm 2,8$). Par contre il n'y a aucune différence significative lorsque les effets sont comparés par fenêtres glissantes de $\pm 1,6$ GPS. Chez A 70% des patients sont améliorés de plus de 1.6 GPS et 5% de dégradés de plus de 1,6.

Discussion et Conclusion. Les recrutements sont hétérogènes avec une des trois équipes qui opère plus de patients plus légèrement atteints. Mais les résultats après stratification par importance du trouble de marche ne montrent pas de différences. La comparaison rétrospective de ces séries nous amène à penser que la chirurgie multiétagée a atteint une certaine maturité technique. Des améliorations sont bien entendues toujours à mener avec malgré tout 10 échecs dont 5 n'ont fait l'objet que de chirurgies de pied isolées. Ces résultats doivent encourager les équipes chirurgicales à pratiquer la chirurgie multiétagée en cohérence avec les pratiques internationales et à ne pas négliger les patients les plus atteints qui, chez tous, présentent les meilleures améliorations.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Baker et al. The Gait Profile Score and Movement Analysis Profile. Gait Posture. 2009.
- [2] Hinden et al. Outcome predictors for multilevel surgery in children with cerebral palsy/spastic diplegia. Gait Posture. 2014.
- [3] Rutz et al. Explaining the variability improvements in gait quality as a result of single event multi-level surgery in cerebral palsy. Gait Posture. 2013.
- [4] Baker et al. The minimal clinically important difference for the Gait Profile Score. Gait Posture. 2012.

Etude IIMPS : Interface Instrumentalisée Médecin Patient Spastique - Résultats préliminaires.

Matthieu Gahier^{1,2}, Didier Gamet², Kévin Buffenoir³, Brigitte Perrouin-Verbe¹, Raphaël Gross¹.

¹*Service de Médecine Physique et de Réadaptation Neurologique, Hôpital Saint Jacques, CHU de Nantes ;*

²*Laboratoire de Biomécanique et Bioingénierie, UMR 7338 CNRS, Centre de Recherche Royalieu, Compiègne ;*

³*Service de Neurotraumatologie, Hôtel Dieu, CHU de Nantes.*

Introduction. Les échelles de cotation de la spasticité présentent des qualités métrologiques critiquées, notamment concernant la reproductibilité inter-observateur. Elles évaluent de façon semi-quantitative ou qualitative le phénomène sans distinction des composantes neurale et non neurale. En 2005, le SPASM consortium a établi une liste de recommandations pour le développement d'outils d'évaluation instrumentale de la spasticité [1]. L'IIMPS (Interface Instrumentalisée Médecin Patient Spastique) est un dispositif inventé au sein du laboratoire de biomécanique et bio-ingénierie de Compiègne désigné pour l'évaluation de la spasticité du triceps sural. Nous présentons ici les résultats préliminaires de l'étude IIMPS dont l'objectif est d'établir les propriétés métrologiques du dispositif.

Matériel et Méthodes. Etude interventionnelle à risques et contraintes minimales monocentrique menée sur le CHU de Nantes. Le critère d'inclusion était une spasticité cotée au moins à 1 sur l'échelle d'Ashworth modifiée. 25 chevilles ont été évaluées (15 sujets). Chaque sujet était évalué par deux évaluateurs au cours de la même session. L'évaluation comprenait la réalisation de manœuvres passives selon 6 conditions expérimentales. Les paramètres recueillis étaient la cotation selon les échelles d'Ashworth et de Tardieu modifiée ainsi que 25 paramètres cinématiques, cinétiques, électromyographiques et mécaniques donnés par l'IIMPS. La reproductibilité inter-observateur a été évaluée par mesure d'un coefficient de corrélation intra-classe (ICC) et la validité concurrente par un test de corrélation de Spearman avec un seuil de significativité fixé à 5%.

Résultats. 16 des 25 paramètres présentent une bonne reproductibilité inter-observateur ($ICC > 0,6$) et 7 d'entre eux un $ICC > 0,8$. A vitesse intermédiaire, 56% des paramètres sont corrélés significativement aux échelles d'Ashworth modifiée et de Tardieu modifiées. Les corrélations sont majoritairement modérées à bonnes. L'indice de variabilité du travail présente un ICC à 0,85 et une corrélation significative bonne à modérée aux échelles cliniques.

Discussion et Conclusion. Les outils d'évaluation manuelle et instrumentale de la spasticité sont peu nombreux et ont fait l'objet de peu d'étude de métrologie [2]. L'indice de variabilité du travail, à notre connaissance jamais décrit dans la littérature, pourrait être un paramètre pertinent dans la description cinétique du phénomène clinique. Conclusion : Les résultats préliminaires de l'étude IIMPS sont encourageants. La suite de ce travail permettra de compléter l'étude des critères d'évaluation secondaires.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

[1] Pandyan AD, Van Wijck FMJ, Stark S, Vuadens P, Johnson GR, Barnes MP. The construct validity of a spasticity measurement device for clinical practice : an alternative to the Ashworth scales. *Disabil Rehabil.* 2006 May 15 ;28(9) :579-85.

[2] Bar-On L, Aertbeliën E, Molenaers G, Dan B, Desloovere K. Manually controlled instrumented spasticity assessments : a systematic review of psychometric properties. *Dev Med Child Neurol.* 2014 Oct ;56(10) :932-50.

L'analyse de la marche et le bilan clinique ne sont pas corrélés à l'activité physique chez les enfants atteints de paralysie cérébrale.

Anne-Laure Guinet, Eric Desailly.

Fondation Ellen Poidatz.

Introduction. La paralysie cérébrale (PC) désigne un groupe de troubles permanents du développement du mouvement et de la posture, responsables de limitations d'activité [1]. Les avantages de l'activité physique régulière (AP) sur la santé sont largement reconnus. Les enfants PC pratiquent moins d'AP que les enfants sains du même âge [2]. En outre, l'effet sur l'AP, de la chirurgie multi-site (SEMLS) et la rééducation, est inconnu. L'effet de ces traitements est principalement évalué par l'analyse de la marche (AQM). Pourtant, leur objectif n'est pas uniquement d'améliorer la qualité de la marche, mais aussi d'améliorer le niveau d'AP des enfants PC. Cette étude propose de déterminer les corrélations entre l'AQM, l'examen clinique et l'AP.

Matériel et Méthodes. 30 enfants atteints de PC, de 11 à 18 ans, GMFCS I-III ont été inclus. L'AP est enregistrée avec un ActigraphGT3X pendant 7 jours [3]. Un ensemble de 54 paramètres a été sélectionné à partir des données cinématiques et spatio-temporelles [4]. L'examen clinique a abouti à 29 paramètres, dont la force, la sélectivité et l'amplitude des mouvements. Le niveau d'association entre les variables est testé avec un coefficient de corrélation de Spearman (R 3.3.3). Une analyse de régression multiple est effectuée afin de déterminer quelle combinaison de variables de l'AQM ou du bilan clinique prédit le mieux les paramètres d'AP.

Résultats. Les enfants inclus avaient une AP modérée à vigoureuse (MVPA) de 15,3% sur 12 heures (4,4%-30,8%) et un nombre de pas par jour de 5582 (1781-11377), ce qui est en-dessous des recommandations mondiales [5]. Des corrélations modérées ont été trouvées entre les paramètres spatio-temporels et l'AP. Quelques paramètres d'examen clinique étaient corrélés avec l'AP, en particulier la sélectivité des fléchisseurs de la hanche ($r = 0,70$ avec MVPA et $r = 0,70$ avec le nombre de pas par jour) et certaines mesures de l'amplitude articulaire de la hanche ($0,39 < r < 0,52$). Si certains paramètres cinématiques, spatio-temporels et cliniques sont corrélés avec l'AP [6], les liens trouvés dans cette étude ne sont pas suffisants pour prédire l'AP à partir de l'AQM et l'examen clinique.

Discussion et Conclusion. AQM et examen clinique ne sont pas de bons prédicteurs de l'AP. Celle-ci peut dépendre davantage de paramètres personnels, socio-familiaux et environnementaux. L'AQM et l'examen clinique ne peuvent que très partiellement refléter le niveau global d'AP des enfants PC, nous recommandons d'associer l'AQM, le bilan clinique et l'actimétrie dans le suivi longitudinal des patients PC. En outre, si les avantages de traitements tels que la SEMLS ont déjà été démontrés en ce qui concerne la marche, il serait intéressant de tester ses effets sur l'AP.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Rosenbaum et al. 2007. A Report : The Definition and Classification of Cerebral Palsy. DMCN.
- [2] Maher et al. 2007. Physical and Sedentary Activity in Adolescents with Cerebral Palsy. DMCN.
- [3] Gorter et al. 2012. Accelerometry : A Feasible Method to Quantify Physical Activity in Ambulatory and Nonambulatory Adolescents with Cerebral Palsy. International Journal of Pediatrics.
- [4] Benedetti et al. 1998. Data Management in Gait Analysis for Clinical Applications. Clinical Biomechanics.
- [5] World Health Organization. 2010. Global Recommendations on Physical Activity for Health.
- [6] Wilson et al. 2015. Gait Deviation Index Correlates With Daily Step Activity in Children With Cerebral Palsy. Arch Phys Med Rehab.

Variabilité intersession et inter-opérateur de la cinématique de la marche.

Adrien Le Saux¹, Omar Galarraga¹, Farid Hareb².

¹*CR Coubert (UGECAM IDF)*; ²*Clinique Les Cadrans Solaires (FSEF)*.

Introduction. Le but de l'analyse quantifiée de la marche (AQM) est de garantir un rapport objectif et précis. L'intérêt de cet examen peut être multiple, cependant les propositions thérapeutiques doivent prendre en compte la variabilité associée à cet acte. L'objectif de ce travail est de mesurer les erreurs inter-opérateur et intersession sur les paramètres spatio-temporels (PST) et les données cinématiques.

Matériel et Méthodes. Trois adultes non pathologiques et deux opérateurs ayant une pratique régulière d'acquisition AQM ont participé. Chaque sujet a eu trois sessions différentes regroupant cinq essais avec chaque opérateur, avec un système Codamotion composé de quatre unités CX1. Le coefficient de variation (CV) a été utilisé pour mesurer la variabilité des PST. Le coefficient de corrélation multiple (CMC) [1] ainsi que l'écart-type (SD) ont été calculés en intersession et en inter-opérateur pour évaluer la variabilité des données cinématiques. Des tests d'indépendance ont été réalisés entre les données des deux opérateurs. Enfin une ANOVA a été faite pour évaluer l'influence de la vitesse de marche sur les variations cinématiques.

Résultats. Le CV intersession de la vitesse de marche est le plus sensible (3,47) contrairement au pourcentage d'appui qui enregistre le moins de variation (0,75). Les SD intersession sur le plan sagittal s'élèvent à 2,80°, à 2,79° sur le plan frontal et à 2,72° sur le plan transverse. Les SD inter-opérateur sont évalués à 3,05° sur le plan sagittal, à 3,02° sur le plan frontal et à 2,98 sur le plan transverse. Les CMC moyens varient entre 0,34 (antéversion du bassin) et 0,98 (cheville et genou sur le plan sagittal). Les valeurs les plus proches de 1 se trouvent surtout dans les angles du plan sagittal (sauf l'antéversion du bassin).

Il existe des différences significatives entre les deux opérateurs notamment sur l'adduction et la rotation de hanche, le pic de flexion du genou à l'oscillation et les pics de dorsiflexion de cheville. On retrouve des différences significatives liées à la vitesse de marche pratiquement sur toutes les courbes cinématiques.

Discussion et Conclusion. Les variabilités intersession et inter-opérateur obtenues sont comparables à d'autres études utilisant le CMC et le SD [2]. Même s'il existe une sensibilité du CMC par rapport aux signaux de faible amplitude [3], ces résultats confirment la fiabilité de l'utilisation de l'AQM pour mesurer la marche.

Malgré le faible SD inter-opérateur sur la rotation de hanche, cette courbe reste peu reproductible avec des différences significatives inter-opérateur. La vitesse de marche est un élément clé à considérer lors des interprétations des courbes cinématiques car elle introduit d'importantes variations [4].

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Kadaba et al. (1989), Repeatability of kinematic, kinetic and electromyographic data in normal adult gait, *J Orthop Res*.
- [2] McGinley et al. (2009), Reliability of three-dimensional kinematic gait measurements : a systematic review, *Gait Posture*.
- [3] Roislien et al. (2012), Evaluating the properties of the coefficient of multiple correlation for kinematic gait data, *J Biomech*.
- [4] Stoquart et al. (2008), Effect of speed on kinematic, kinetic, electromyographic and energetic reference values during treadmill walking, *Clin Neurophysiol*.

La capacité d'allongement des ischio-jambiers testée par la marche à grands pas chez l'enfant ayant une paralysie cérébrale spastique.

Jonathan Pierret^{1,3}, Emilie Rumilly² Marie-Agnès Haldric³, Jean Paysant⁴, Christian Beyaert^{1,3}.

¹EA3450 DevAH, Université de Lorraine ; ²Centre Médecine Physique et Réadaptation pour Enfants, IRR, Flavigny-sur-Moselle ; ³Laboratoire Mouvement, IRR, Nancy ; ⁴Institut Régional de Réadaptation (IRR), Nancy ; ⁵EA3450 DevAH, Université de Lorraine.

Introduction. Lors de la marche spontanée, la rétraction des ischio-jambiers est un facteur de flexion excessive du genou lors du contact initial (CI) chez l'enfant ayant une paralysie cérébrale (PC) [1]. En effet, la longueur des ischio-jambiers est maximale au CI quand la différence entre la flexion de hanche et la flexion de genou (DFH-FG) est maximale [2]. L'augmentation de la longueur des pas est associée à une augmentation de la DFH-FG chez l'adulte [3]. La capacité d'allonger les pas pendant la marche chez l'enfant PC apparaît importante à connaître pour orienter la décision chirurgicale d'allongement des ischio-jambiers. Nous avons testé si la marche à grands pas pouvait augmenter la DFH-FG lors du CI chez l'enfant PC et chez l'enfant au développement typique (DT).

Matériel et Méthodes. Chez 47 enfants PC (GMFCS I et II, diplégiques (n=34) et hémiparétiques (n=13), 12±3 ans) et 10 enfants DT (9±1 ans), l'angle poplité à vitesses lente et rapide était mesuré pour estimer la rétraction et la spasticité des ischio-jambiers. Une analyse 3D de la marche spontanée et à grands pas était réalisée pour évaluer entre les 2 conditions la variation (Δ) de longueur des pas adimensionnelle, et, au CI, de la flexion de hanche, de la flexion de genou et de DFH-FG. Les variables étaient moyennées sur 3 cycles de marche.

Résultats. Deux sous-groupes d'enfants PC étaient clairement observés, ceux avec Δ DFH-FG 5° (sous-groupe 1, n=17, $1\pm 4^\circ$ (moyenne±1écart-type), § p0,05 /sous-groupe 2, * p0,05 /enfants DT) et ceux avec Δ DFH-FG $\geq 5^\circ$ (sous-groupe 2, n=30, $10\pm 4^\circ$), ces derniers ayant des valeurs proches de celles des enfants DT (n=10, $12\pm 4^\circ$). Pour les sous-groupes 1 et 2 et les enfants DT, respectivement :

- Δ flexion de genou : $3\pm 9^\circ$ (§*), $-3\pm 7^\circ$ (*) et $14\pm 11^\circ$
- Δ flexion de hanche : $4\pm 9^\circ$ (*), $7\pm 9^\circ$ (*) et $28\pm 14^\circ$
- Δ longueur des pas adimensionnelle : $0,18\pm 0,15$ (*), $0,23\pm 0,15$ (*) et $0,48\pm 0,22$
- Angle poplité à vitesse lente : $31\pm 21^\circ$ (*), $32\pm 15^\circ$ (*) et $81\pm 5^\circ$
- Angle poplité à vitesse rapide : $18\pm 20^\circ$ (*), $20\pm 15^\circ$ (*) et $79\pm 6^\circ$

Discussion et Conclusion. Parmi les enfants PC étudiés, ayant des ischio-jambiers rétractés et spastiques, environ un tiers d'entre eux, le sous-groupe 1, avaient un Δ DFH-FG très bas avec augmentation moyenne de la flexion de genou lors de grands pas. Les deux tiers restants (sous-groupe 2) bien qu'ils aient des angles poplités semblables à ceux du sous-groupe 1 avaient un Δ DFH-FG comparable à celui des enfants DT, avec réduction moyenne de la flexion de genou lors de grands pas. La marche à grands pas, testant la capacité d'allongement des ischio-jambiers, peut être utile pour orienter une décision thérapeutique sur les ischio-jambiers. En effet, la mesure des angles poplités à vitesse lente et rapide n'est pas suffisamment informative sur la capacité d'allongement des ischio-jambiers à la marche.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Delp (1996). J Orthop Res., 14 :144-151.
- [2] Arnold (2006). J Biomech., 39 :1498-1506.
- [3] Sawicki (2009). J Exp Biol., 212 :21-31.

Session 2

-

ORTHÈSES, PROTHÈSES ET AIDES TECHNIQUES.

Est-ce que les paramètres d'analyse de la marche contribuent à la satisfaction des patients un an après une prothèse totale de genou ?

Alice Bonnefoy-Mazure¹, Thibault Favre¹ Guillaume Praplan¹, Stéphane Armand¹, Yoshimasa Sagawa Jr², Didier Hannouche¹, Katia Turcot³, Anne Lübbeke¹, Hermes Miozzari¹.

¹Geneva University Hospitals and Geneva University, Geneva, Switzerland. ; ²Laboratoire d'Exploration Fonctionnelle Clinique du Mouvement, CHRU de Besançon, France ; ³Department of Kinesiology, Laval University, Quebec, Canada..

Introduction. Environ 14 à 28% des patients indiquent une non-satisfaction après prothèse totale de genou (PTG) [1]. La relation entre la fonction et la satisfaction n'est pas complètement comprise [2]. L'évaluation de la marche des patients avant et après une PTG a été reconnue comme une méthode objective pour évaluer la fonction des patients [3,4]. Cependant, la contribution des résultats de la marche sur la satisfaction des patients un an après la chirurgie n'a pas été étudiée. Le but de cette étude était donc de déterminer quels paramètres de marche, un an après PTG, peuvent contribuer à la satisfaction des patients.

Matériel et Méthodes. Soixante-dix-neuf patients ont été évalués avant et un an PTG en utilisant l'analyse quantifiée de la marche. Les paramètres sélectionnés pour l'analyse statistique étaient : la vitesse de marche et la flexion maximale du genou pendant la marche. L'indice « Western Ontario and MacMaster Osteoarthritis » (WOMAC) a été évalué. La satisfaction a également été évaluée à l'aide d'un questionnaire et a été dichotomisée en cinq catégories : très insatisfait, insatisfait, neutre, satisfait ou très satisfait. Pour évaluer les associations entre la satisfaction et : la flexion maximale du genou pendant la marche et la vitesse de marche, une analyse de régression logistique ordinaire a été utilisée (non ajustée et ajustée sur : l'âge et l'indice de masse corporelle (IMC) avant l'intervention chirurgicale et la douleur WOMAC un an après la chirurgie).

Résultats. Tous les paramètres de marche avant et après PTG étaient significativement améliorés (Tableau 1). Sept patients (9%) étaient très insatisfaits, 5 patients (6%) insatisfaits, 6 patients (8%) neutres, 35 patients (44%) satisfaits et 26 patients (33%) étaient très satisfaits. L'analyse de régression logistique ordinaire a trouvé des associations significatives entre la satisfaction et la flexion maximale du genou après PTG (non ajustée et ajustée), mais pas pour la vitesse de marche.

Discussion et Conclusion. Il s'agit de la première étude analysant les paramètres 3D de la marche afin d'identifier les facteurs liés à la satisfaction du patient un an après PTG. Seule la flexion maximale du genou au cours de la marche semble influencer le niveau de satisfaction du patient. L'étude de la mobilité du genou après une PTG pendant la marche peut fournir des informations pour aider à mieux répondre aux attentes des patients et adapter les programmes de réadaptation [5].

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Bourne et al., CORR, 468, 2010.
- [2] Neuprez et al., PloS one, 11, 2016.
- [3] Sosdian et al., Knee, 21,2014.
- [4] Bonnefoy-Mazure et al., JA, 32, 2017.
- [5] Unver et al., AGG, 64, 2016.

Effet d'une orthèse plantaire sur l'arthrose fémoro-tibiale médiale.

Sébastien Delacroix, Yves Lescure, Dominique Nuytens, Alain Lavigne.

Institut National de Podologie.

Introduction. L'arthrose fémoro-tibiale médiale est la plus répandue des gonarthroses et elle est favorisée par une déformation de l'axe mécanique des membres inférieurs en varum [1]. Les recherches liées à l'analyse de la marche de patients atteints de gonarthrose fémoro-tibiale médiale s'intéressent principalement au moment externe d'adduction. Certains auteurs montrent que le premier pic et l'impulsion de ce moment sont considérés comme un puissant indicateur de la présence, de la sévérité et du risque d'évolution de ce type d'arthrose [2]. La majorité des études portant sur l'efficacité des orthèses plantaires ont rapporté une diminution du moment d'adduction et de son impulsion en utilisant des cales latérales sans prouver l'efficacité clinique de celle-ci [3]. L'objectif de cette étude était d'évaluer les effets biomécaniques et cliniques d'une orthèse plantaire d'éversion, type Lavigne, conçu sur mesure et thermoformée, sur le traitement d'une arthrose fémoro-tibiale médiale.

Matériel et Méthodes. 20 sujets sains et 20 patients souffrant d'une arthrose fémoro-tibiale médiale ont participé à l'étude. Ces derniers présentaient une douleur, depuis au moins un mois, supérieure à 3 sur 10 à l'échelle visuelle analogique et présentant un grade entre 1 et 3 selon la classification radiologique de Ahlbäck. Les patients n'avaient aucun autre traitement depuis 1 an. Pour chaque patient, une orthèse plantaire d'éversion a été confectionnée sur mesure. Les patients ont répondu à des questionnaires concernant leur qualité de vie (SF-36) et leur douleur du genou (KOOS) et ont réalisé une analyse quantifiée de la marche, sans et avec orthèse. Cette dernière a été réalisée à vitesse spontanée et 5 cycles de marche ont été analysés. La cinématique a été calculée selon les recommandations de l'ISB et les moments articulaires ont été estimés par dynamique inverse.

Résultats. Les principaux résultats montrent une réduction significative du 1er pic et de l'impulsion du moment externe d'adduction du genou ($p < 0.01$) ainsi qu'une augmentation significative des scores du SF-36 et KOOS ($p < 0.05$).

Discussion et Conclusion. Les résultats biomécaniques de cette étude montrent l'impact intéressant de l'orthèse plantaire d'éversion, type Lavigne, sur le paramètre communément admis dans la littérature [3]. De plus, ces résultats sont associés à une meilleure qualité de vie et à une diminution de la douleur. Ces résultats peuvent s'expliquer par 4 critères identifiés individuellement dans la littérature comme étant performant dans la diminution du moment externe d'adduction. Tous ces critères sont rassemblés dans l'orthèse plantaire d'éversion, type Lavigne, ce qui en fait son efficacité clinique et biomécanique.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Wybier M. Radiologie de la gonarthrose. EMC - RADIOLOGIE ET IMAGERIE MÉDICALE' : Musculosquelettique - Neurologique - Maxillofaciale [Internet]. 1993 [cité 26 sept 2014];1-0([Article 31-312-D-10]). Disponible sur : <http://www.em-premium.com.docelec.univ-lyon1.fr/article/21940/resultatrecherche/2>
- [2] Foughi N, Smith R, Vanwanseele B. The association of external knee adduction moment with biomechanical variables in osteoarthritis : a systematic review. *Knee*. oct 2009;16(5) :303-9.
- [3] Arnold JB, Wong DX, Jones RK, Hill CL, Thewlis D. Lateral Wedge Insoles for Reducing Biomechanical Risk Factors for Medial Knee Osteoarthritis Progression : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. juill 2016;68(7) :936-51.

Evaluation d'une orthèse de cheville hélicoïdale par AQM.

Raphaël Dumas¹, Marie-Christine Arné-Bes², Marino Scandella³, David Gasq^{4,5}.

¹Université de Lyon - IFSTTAR, LBMC UMR T9406, F69622, Lyon, France ; ²Maladies rares - Centre de référence des maladies neuromusculaires adultes - Hôpital Pierre-Paul Riquet, Toulouse ; ³Laboratoire d'analyse de la marche, service d'Orthopédie, Hôpital des Enfants, Toulouse, France ; ⁴ToNIC, Toulouse NeuroImaging Center, Université de Toulouse, Inserm, UPS, France ; ⁵Service des Explorations Fonctionnelles Physiologiques, CHU de Toulouse, France.

Introduction. Une orthèse peut être indiquée pour améliorer la marche des patients présentant un défaut de flexion dorsale de cheville en phase oscillante secondaire à une parésie des releveurs de pied. L'objectif de l'étude a été d'évaluer un nouveau modèle hélicoïdal d'orthèse de cheville comparativement à une orthèse en plastique thermoformée et à une condition contrôle sans orthèse.

Matériel et Méthodes. Dix-sept patients (56 ± 17 ans) présentant un déficit des releveurs de pied dans le cadre d'une pathologie neurologique périphérique ($n=11$) ou d'une myopathie distale ($n=6$) ont été inclus. Une analyse quantifiée de la marche (AQM) a été réalisée avec deux modèles d'orthèse de cheville (hélicoïdale et thermoformée) et avec une chaussure seule (condition contrôle). Les patients ont porté les deux orthèses dans les trois semaines précédant l'AQM. La vitesse de marche était égale à $0,95 \pm 0,25$ m/s, valeur contrôlée et ajustée sur la vitesse obtenue lors du test de marche de 6 minutes (6WT) dans la condition contrôle. La pose des marqueurs sur la jambe a parfois nécessité de déplacer le marqueur de la malléole latérale en le positionnant sur l'orthèse. Un minimum de quatre cycles de marche a été analysé excepté pour deux patients (avec un ou deux cycles exploitables). Les paramètres biomécaniques cinématiques et dynamiques de la cheville ont été calculés avec une normalisation (adimensionnement en fonction de la taille et du poids), puis comparés à l'aide d'une ANOVA à mesures répétées.

Résultats. Le pic de flexion plantaire en début de phase oscillante a été significativement amélioré par les deux types d'orthèse, hélicoïdale et thermoformée, par rapport à la condition contrôle ($-4,0 \pm 5,4^\circ$ et $-3,6 \pm 6,3^\circ$ versus $-16,1 \pm 13,8^\circ$; $p < 1e^{-5}$, respectivement). Une différence en faveur de l'orthèse hélicoïdale a été montrée en terme d'augmentation du pic de moment d'éversion en simple appui ($-0,040 \pm 0,038$ versus $-0,029 \pm 0,042$ et $-0,028 \pm 0,033$; $p=0,03$, respectivement) avec un effet croisé de la pathologie ($p=0,02$). Le pic de puissance positive en fin de phase d'appui était significativement moins élevé avec l'orthèse thermoformée qu'avec l'orthèse hélicoïdale et la condition contrôle ($0,072 \pm 0,048$ versus $0,076 \pm 0,040$ et $0,088 \pm 0,057$; $p=0,05$, respectivement). De même, le travail positif sur la phase d'appui était significativement moins élevé avec l'orthèse thermoformée qu'avec l'orthèse hélicoïdale et la condition contrôle ($0,022 \pm 0,014$ versus $0,024 \pm 0,013$ et $0,027 \pm 0,017$; $p=0,04$, respectivement).

Discussion et Conclusion. Les deux orthèses, hélicoïdale et thermoformée, ont permis une amélioration significative de la flexion dorsale de cheville au passage du pas par rapport à la condition contrôle. L'orthèse hélicoïdale a montré un comportement dynamique différent de l'orthèse thermoformée avec plus de moment d'éversion, correspondant à un meilleur contrôle du varus en simple appui. L'orthèse thermoformée était associée à une réduction de la puissance de cheville correspondant à une diminution de la propulsion distale, ce qui n'a pas été le cas avec l'orthèse hélicoïdale. La vitesse de marche dans cette étude était relativement faible car ajustée sur la vitesse du 6WT dans la condition contrôle. Ceci a pu limiter l'analyse dynamique dans le sens où le port des orthèses entraîne une modification de la vitesse spontanée de marche (observée dans le 6WT) mais que cet effet n'est volontairement pas pris en compte dans l'AQM.

Déclaration d'intérêt. Cette étude a été financée par la société Innovpulse.

Effets du port d'une tenue Mollii® sur les paramètres de marche d'un enfant quadriplégique spastique déambulante paralysé cérébral.

Raphaël Pionnier, Annette Paluyan, Michel Thetio.

¹*Hôpitaux de Saint-Maurice.*

Introduction. La tenue Mollii® est un dispositif récent permettant de générer des stimulations électriques transcutanées (TENS) sur l'antagoniste d'un muscle spastique. Cela stimulerait la boucle d'inhibition réciproque, ce qui engendrerait des améliorations fonctionnelles. Diverses méthodes de stimulation ont déjà été investiguées avec des sujets spastiques dont la stimulation électrique fonctionnelle (SEF) [1], la stimulation électrique neuromusculaire [2,3] ou encore le TENS [4,5]. Certaines de ces méthodes ont ciblé des patients paralysés cérébraux (PC), montrant des améliorations fonctionnelles accompagnées d'une réduction de la spasticité [2,3]. Le but de cette étude de cas est de noter si l'utilisation d'une tenue Mollii® permet ce type d'effets pour un patient PC, puisque l'inhibition présynaptique et réciproque semblent déficitaires dans cette population [6].

Matériel et Méthodes. Un enfant de 6 ans quadriplégique spastique déambulante PC est traité 6 mois avec la tenue Mollii®, trois fois une heure par semaine, en attelle de station debout. L'unité de contrôle de la tenue produisait un TENS avec une pulsation variable comprise entre 25 et 175 µs, une tension de 20 V et une fréquence de 20 Hz, sur un set de muscles antagonistes aux muscles les plus spastiques. Le programme traditionnel de rééducation était maintenu. Une analyse quantifiée de la marche et un examen neuro-orthopédique étaient réalisés avant, et après 1,3 et 6 mois de protocole. Les données de l'examen clinique, les paramètres spatio-temporels de la marche, le Gait Deviation Index (GDI) et les données cinématiques étaient calculés avec Matlab et comparées aux 4 temps de l'étude.

Résultats. Des amplitudes passives sont augmentées pour plusieurs articulations à vitesse lente et rapide. Des améliorations cinématiques sont également notées, illustrées par le GDI qui passe de 46/100 avec une asymétrie de 10 points à 58/100 avec une asymétrie de 1,5 point après 6 mois.

Discussion et Conclusion. Les stimulations électriques des antagonistes aux muscles spastiques sont plus souvent réalisées pendant des tâches telle que la marche et permettent des améliorations fonctionnelles [1,7]. L'utilisation du TENS pour des patients PC, pendant la marche, à la fois sur le muscle spastique et son antagoniste permettraient une amélioration du tonus musculaire et de la marche qui pourraient être attribuées à l'activation des mécanismes d'inhibition présynaptique et réciproque [7]. Dans notre étude, la stimulation avait lieu à distance de l'évaluation de la marche, en station debout, mais des effets positifs sont néanmoins montrés. L'utilisation de la tenue Mollii® pourrait avoir sollicité ce mécanisme physiologique, possiblement à l'origine des améliorations observées. La rééducation traditionnelle durant la période de l'étude a également dû influencer les résultats puisqu'il est reconnu que le TENS est plus efficace dans cette condition [4].

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Chantraine, et al., J. Neurol. Phys. Ther (2016).
- [2] Carmick, Phys. Ther (1993).
- [3] Kerr et al., Dev. Med. Child Neurol. (2004).
- [4] Mills & Dossa, Am J Phys Med Rehabil (2016).
- [5] Yan & Hui-chan, J. Rehabil. Med, (2009).
- [6] Leonard et al, J Child Neurol (2006).
- [7] Alabdulwahab, NeuroRehabilitation (2011).

Evaluation de 6 coussins anti-escarres pour les utilisateurs de fauteuil roulant : approche expérimentale.

Didier Pradon¹, He Thong Bui², Eric Champion³, Karl Debray², Philippe Lestriez².

¹ENDICAP U1179, CHU Raymond Poincaré APHP ; ²URCA, GRESPI/MAN, Univ Reims ; ³Texisense, Montceau les Mines.

Introduction. Pour les utilisateurs de fauteuil roulant, le risque de formation d'escarres fessier est réel [1]. Bien que le coût de traitement estimé soit élevé, plus de 30k par patient, la diminution de l'autonomie durant le temps de cicatrisation, qui est de plusieurs mois, fait que la prise en charge de l'escarre est une problématique clinique complexe. De nombreuses études incriminent de hautes pressions ainsi que la répartition de ces pressions d'appui sur les tissus mous du fessier et des cuisses comme paramètres explicatifs de la formation d'escarre. Cliniquement ce risque peut être réduit par l'utilisation de coussins d'assise spécifiques dont les caractéristiques des matériaux permettent de diminuer ces hautes pressions. Cependant la prescription de ces coussins nécessite au préalable une évaluation permettant à l'équipe clinique de faire un choix approprié. L'objectif de cette étude est d'évaluer la répartition des pressions de 6 coussins anti-escarres lors d'un test de mécanique normé.

Matériel et Méthodes. Une nappe de pression novatrice a été utilisée pour cette étude (TextiMat, Taxisense, Montceau les mines). Cette nappe est constituée de capteurs tissés avec des fibres textiles extensibles [2]. Cette capacité de déformation donne la possibilité d'évaluer 6 coussins différents (1 mousse léger, 2 mousses viscoélastiques, 1gel et mousse, 1 TPU, 1 chambres à air). Cette nappe était positionnée entre un pénétrateur en bois (ISO 16840-2) piloté par une machine de traction 3 types d'essais ont été réalisés : sans housse, avec housse, et sur une structure de fauteuil roulant (toile tendue).

Résultats. Concernant les pics de pressions, les principaux résultats indiquent un comportement mécanique différent entre les coussins. Les valeurs sont plus importantes sans la housse qu'avec la housse. Lors du test sur une structure de fauteuil roulant, les valeurs des pics sont quasi similaires entre les coussins. Néanmoins les coussins se différencient clairement sur la distribution de ces pressions. Les coussins TPU, gel + mousse et chambre à air sont les plus performants.

Discussion et Conclusion. Les résultats soulignent clairement l'intérêt d'évaluer les coussins sur des structures de fauteuil roulant. De la même manière ces résultats indiquent l'intérêt de réaliser les évaluations des pressions avec un outil déformable qui n'ajoute pas de raideur à l'ensemble de l'assise : coussin et structure.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Chen Y, et al. Pressure ulcer prevalence in people with spinal cord injury : age-period-duration effects. Arch Phys Med Rehabil. 2005 Jun ;86(6) :1208-13
- [2] Chenu O et al. TexiCare : an innovative embedded device for pressure ulcer prevention. Preliminary results with a paraplegic volunteer. J Tissue Viability. 2013 Aug ;22(3) :83-90.

Session 3

-

EFFET DES TRAITEMENTS SUR LA MARCHE.

Amélioration de la marche après injection de toxine botulique dans le Peroneus longus chez de très jeunes enfants atteints d'hémiplégie par paralysie cérébrale.

Christophe Boulay¹, Guillaume Authier¹, Elisabeth Castanier¹, Sébastien Pesenti¹, Brigitte Chabrol², Jean-Luc Jouve¹, Jean-Michel Gracies³.

¹Aix Marseille Univ, APHM, ISM, Hôpital de la Timone Enfants, services de neurologie et de chirurgie orthopédique pédiatriques, Marseille, France ; ²Aix Marseille Univ, APHM, Hôpital de la Timone Enfants, service de neurologie, Marseille, France ; ³Université Paris Est Créteil (UPEC), AP-HP, Service de Rééducation Neurolocomotrice, Hôpitaux Universitaires Henri Mondor, Créteil, France.

Introduction. Chez les très jeunes enfants atteints de paralysie cérébrale(PC), l'hyperactivité musculaire par cocontraction spastique des fléchisseurs plantaires de la cheville notamment le Peroneus longus(PL) a un rôle pathophysiologique majeur dans l'équinvalgus dynamique pendant la phase d'oscillation(OS) et au contact initial(CI) [1-3]. Cette étude évalue les effets de la toxine botulique (abobotulinumtoxinA) dans le seul PL.

Matériel et Méthodes. Onze hémiplégies (garçons ; 7 droite ; 3,1 ans±0,6) ont été incluses ; seul le PL a été injecté une fois, sans injection du triceps sural. L'extensibilité (XV1) et la spasticité (XV3) du triceps sural (GSC) ont été évalués et la vidéo de la marche quantifiée par l'Edinburgh Visual Gait Score (validée dans la PC) : les valeurs pré vs post-injections ont été comparées en utilisant un test par série appariée. L'EMG a enregistré : tibialis anterior(TA),gastrocnemius medialis(GM) et PL en marche pieds nus à vitesse spontanée. L'OS a été divisée en 3 périodes identiques OS1, OS2, OS3 afin de mesurer les cocontractions des GM et PL et le recrutement du TA. Un effort maximal de montée sur les pointes de pieds évaluait l'EMGmaxPL et l'EMGmaxGM. Un effort maximal de relèvement des pieds pour se tenir sur les talons quantifiait l'EMGmaxTA. Pour chaque variable EMG mesurée, un index d'efficacité était évalué en utilisant le ratio $(EMG_variableX_POST - EMG_variableX_PRE) / (EMG_variableX_POST + EMG_variableX_PRE)$ et comparé avec un index théorique d'inefficacité égal à 0.

Résultats. Le nombre des cycles était de 1937 pré-toxine (moyenne/enfant=176±114) vs 1231 post-toxine (moyenne/enfant=112±79). Il n'y avait pas de différence pour XV1-GSC (pre103°(6) ; post103°(6) et pour XV3-GSC (pre89°(8) ;post96°(4.5)). Le score global de l'EVGS était amélioré(p=0.007) avec un meilleur passage du pas en OS (p=0.07), une augmentation de l'extension du genou en fin OS(p=0.04) et une diminution du valgus de l'arrière-pied lors du CI(p=0.02). L'EMGmax normalisé était inchangé pour le PL (-0.06(0.16)) mais augmenté pour le GM (0.18(0.20), p=0.007) et le TA (0.28(0.19), p0.001). Il y avait une réduction des cocontractions du PL p0.0001 : OS,-0.26(0.14) ; OS1,-0.22(0.14) ; OS2,-0.27(0.14) ; OS3,-0.26(0.18) et du GM (OS,-0.26(0.14), p=0.06 ; OS1,-0.21(0.18), p0.001 ; OS2,-0.25(0.20), p0.01 ; OS3, -0.21(0.25), p=0.06). Le recrutement du TA était diminué : OS, -0.08(0.18), p=0.06 ; OS1, -0.11(0.20), p0.001 ; OS2, -0.07(0.17) NS ; OS3, -0.07(0.24), NS.

Discussion et Conclusion. L'injection du PL de très jeunes hémiplégiques améliore le passage du pas, diminue le valgus de l'arrière-pied, réduit les cocontractions du PL (injecté) et du GM (pourtant non injecté) en OS et le recrutement du TA en OS. C'est un argument en faveur du fait que l'augmentation du recrutement du TA chez l'enfant hémiplégique pourrait être une tentative par le système nerveux de compenser les cocontractions des fléchisseurs plantaires de la cheville (PL-GM) plutôt que l'opposé (i.e. l'augmentation des cocontractions des fléchisseurs plantaires (PL-GM) due à l'augmentation du recrutement du TA).

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Gracies JM. Pathophysiology of spastic paresis. II. Muscle Nerve 2005. \ [2] Boulay et al.. Dynamic equinus with hindfoot valgus in children with hemiplegia. Gait Posture 2012. \ [3] Vinti et al. Influence of effort intensity and gastrocnemius stretch on co-contraction in the healthy and paretic ankle. Clin Neurophysiol 2013.

Influence sur la marche d'un traitement chirurgical de la marche digitigrade idiopathique.

Geraldo De Coulon¹, Camille Leroquais², Alice Bonnefoy-Mazure², Stéphane Armand².

¹*Service d'Orthopédie Pédiatrique, Hôpitaux Universitaires de Genève, Genève, Suisse ;* ²*Laboratoire de Ciné-siologie Willy Taillard, Hôpitaux Universitaires de Genève et Université de Genève, Genève, Suisse.*

Introduction. La marche digitigrade idiopathique (idiopathic toe-walkers - ITW) est un diagnostic d'exclusion associé avec la persistance d'une attaque du pas par l'avant pied ou pied à plat après l'âge de 3 ans [1]. Il n'y a actuellement pas de consensus sur le traitement de cette pathologie [2]. Les enfants ITW sans limitation de flexion dorsale sont généralement traités de manière conservatrice, ceux avec limitation de flexion dorsale sont parfois traités chirurgicalement [2]. Seulement quelques études ont évalué l'impact de la chirurgie sur la marche de ces patients [3-4].

Objectif : L'objectif était donc a) d'évaluer les modifications de la marche pré-post chirurgie chez les enfants ITW, b) de comparer la marche des enfants traités chirurgicalement à ceux traités conservativement, c) d'évaluer si les enfants ITW opérés retrouvaient une marche similaire à des enfants asymptomatiques.

Matériel et Méthodes. Dix-huit enfants ITW évalués pré-post traitement dans notre laboratoire d'analyse de la marche ont été inclus rétrospectivement dans cette étude. Onze enfants (pré : 9.1 ± 2.1 , post : 11.1 ± 2.1 ans) ont bénéficié d'un traitement chirurgical (allongement du tendon d'Achille) et sept enfants (pré : 8.4 ± 3.2 , post : 10.4 ± 3.2 ans) ont bénéficié d'un traitement conservateur (principalement kinésithérapie). Un groupe de 14 enfants asymptomatiques a également été inclus comme groupe contrôle (12.2 ± 1.5 ans). La cinématique (MAPcheville, valeur et temps de la flexion maximale pendant l'appui, présence du 1er pivot) et la cinétique (moment et puissance à la cheville) de la marche ont été comparées entre les groupes avec des statistiques non paramétriques (tests de Wilcoxon Signed-Rank et U de Mann-Whitney).

Résultats. Tous les paramètres de marche ont été améliorés après chirurgie ($p < 0.05$) (excepté la puissance de cheville) et aucune modification significative n'a été observée dans le groupe traité conservativement. Après chirurgie, les paramètres de marche des enfants ITW restaient différents de ceux du groupe contrôle.

Discussion et Conclusion. Cette étude montre que les paramètres de marche chez les enfants ITW s'améliorent après chirurgie mais ne retrouvent pas une marche normale. L'amélioration après chirurgie est meilleure qu'après un traitement conservateur. Ces résultats nécessitent d'être confirmés par des études prospectives longitudinales et avec un échantillon plus important.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Sala et al. Idiopathic toe-walking : a review. *Dev Med Child Neurol.* 1999 ;41(12) :846-848.
- [2] van Kuijk et al. Treatment for idiopathic toe walking : a systematic review of the literature. *J Rehabil Med.* 2014 ;46(10) :945-957.
- [3] McMulkin et al. Comprehensive outcomes of surgically treated idiopathic toe walkers. *J Pediatr Ortho.* 2006 ;26(5) :606-611.
- [4] Hemo Y, Macdessi SJ, Pierce RA, Aiona MD, Sussman MD. Outcome of patients after achilles tendon lengthening for treatment of idiopathic toe walking. *J Pediatr Ortho.* 2006 ;26(3) :336-340.

La fampridine permet-elle d'atteindre des seuils appliqués à la marche déterminés par des méthodes de reproductibilité ?

Pierre Decavel¹, Michel Fabrice², Thierry Moulin³, Bernard Parratte⁴, Sagawa Yoshimasa¹.

¹Laboratoire d'Exploration Fonctionnelle Clinique du Mouvement. Université de Bourgogne Franche-Comté ;

²Service de MPR. Université de Bourgogne Franche-Comté ; ³Département de Neurologie. Université de Bourgogne Franche-Comté ;

⁴Laboratoire d'Anatomie. Université de Bourgogne Franche-Comté.

Introduction. Le trouble de la marche est fréquemment rapporté par les patients atteints de sclérose en plaques (SEP). La fampridine médicament bloqueur des canaux potassiques, permet d'améliorer la vitesse de la marche chez 11.2% à 34.8% de ces patients [1]. Les méthodes basées sur des critères cliniques, qui mesurent la plus petite modification ayant un sens clinique, situent l'amélioration de la vitesse de marche sur test de 25 pieds (T250) à 20% [2]. Les méthodes basées sur des critères de reproductibilité situent l'amélioration sans erreur de mesure à une semaine d'intervalle entre 23% et 66% [3,4]. Les plus petits changements détectables permettent de calculer un seuil en tenant en compte l'ensemble d'erreurs de la chaîne de mesure. L'objectif de notre étude était de tester l'amélioration de la marche sous Fampridine d'une population de patients avec une SEP en regard de seuils déterminés par la méthode la plus conservatrice basé sur la reproductibilité de la mesure.

Matériel et Méthodes. Il s'agit d'une série de 68 patients issus de l'étude FAMPISSEP (clinical trials NCT02849782) présentant un EDSS compris entre 4.0 et 6.5. Les patients ont été vus deux fois à une semaine d'intervalle avant l'introduction du traitement, puis après 14 jours de traitement (10 mg, 2/jour). Les paramètres étudiés étaient respectivement la vitesse de marche sur T25P à différentes conditions (vitesse confortable, vitesse rapide, double-tâche avec calcul du coût de double tâche), le timed up and go test (TUGT) et le test de marche sur 6 minutes (TM6). Pour déterminer les seuils d'amélioration, nous avons utilisé une méthode de reproductibilité basée sur les deux premières visites et les plus petits changements détectables. Nous avons ensuite calculé le pourcentage de patients qui dépassaient ces seuils.

Résultats. Les seuils déterminés concernant les tests pré-cités pour des plus petits changements détectables étaient respectivement de 38,7%, 39,6%, 158,7%, 39,6%, 51,5%, 31,7%. Les pourcentages de patients dépassant ces seuils étaient de 14,1%, 13,6%, 15,9%, 9,5%, 0% et 17,7%. Pour une analyse combinée, le pourcentage de patients dépassant au moins l'un de ces seuils était de 32,4%. Le pourcentage de patients dépassant au moins un des seuils sur le T25P à vitesse rapide et sur le TM6 était de 22,1%. 7,4% des patients dépassaient les deux seuils simultanément.

Discussion et Conclusion. Les seuils déterminés par les méthodes de reproductibilité sont souvent supérieurs aux seuils déterminés par les méthodes cliniques et peuvent paraître difficiles à atteindre. Dans cette étude, ces seuils ont pu être atteints par un faible pourcentage de patients. En utilisant un critère composite basé sur différents tests de marche le taux d'amélioration reste proche de la valeur obtenue à partir du seuil clinique. Des critères composites ont déjà été proposés antérieurement [5]. Nous confirmons ici l'intérêt de faire l'évaluation basée sur plusieurs critères de marche. Les tests de reproductibilités devraient être employés pour donner des seuils intégrant les erreurs de mesure.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Lecat M et al. Eur Neurol 2016.
- [2] Hobart J et al. Neurology 2016.
- [3] Nilsagard et al. Physiother Res Int 2007.
- [4] Learmonth et al. Int J Rehabil Res 2012.
- [5] Allart et al. Journal of Neurology 2015.

Apprendre de l'expérience pour mieux planifier et prédire l'effet de la chirurgie sur la marche dans la paralysie cérébrale.

Eric Desailly¹, Omar Galarraga², Néjib Khouri³.

¹Fondation Ellen Poidatz ; ²Centre de Réadaptation de Coubert ; ³Hôpital Universitaire Necker Enfants Malades.

Introduction. Les patients atteints de paralysie cérébrale présentent pour le chirurgien autant de similitudes que de différences. Si l'expérience acquise du clinicien est déterminante pour planifier une chirurgie orthopédique multi-étagée « sur mesure », l'objectivité de cet empirisme n'est pas absolue, et peut être affectée par de multiples facteurs non spécifiques. Le but de ce travail est ainsi de développer un outil objectif de comparaison du patient à opérer à ceux ayant été opérés.

Matériel et Méthodes. 141 enfants atteints de PC, opérés, avec au moins une analyse quantifiée de la marche avant et après la chirurgie sont inclus. Les paramètres spatio-temporels, les angles cinématiques des deux membres inférieurs (dimensionnellement réduits en 186 variables par série de Fourier) ainsi que les données d'examen cliniques ont été considérés. Pour chaque patient, ses plus proches voisins sont recherchés par un algorithme k-nearest neighbor [1]. Deux options sont alors possibles : l'étude analytique des chirurgies et des résultats post opératoires des plus proches voisins et la prédiction de l'outcome cinématique probable du patient considéré. Cette dernière est si possible, calculée par la moyenne des résultats postopératoires des $n \leq k$ plus proche voisins ayant une distance préopératoire inférieure à X points de Gait Profile Score (GPS) [2] et ayant eu une chirurgie équivalente à celle planifiée. La performance de cette deuxième option est évaluée par leave-one-out par le calcul des erms par angle cinématique et par le calcul global du GPS. Les effets de k et de X sont testés sur la performance d'appariement et de prédiction.

Résultats. La combinaison $k=20$ et $X=10^\circ$ permet une prédiction postopératoire pour 25 patients avec une erreur de prédiction moyenne (écart-type) globale de $8.3^\circ(1.6^\circ)$. Concernant l'antéversion, l'inclinaison et la rotation du bassin ; la flexion, l'abduction et la rotation de hanche, la flexion du genou, la flexion dorsale de la cheville et la progression du pied elles ont été respectivement de 5 (3), 4 (1), 8 (3), 7 (3), 4 (2), 10 (4), 10 (5), 8 (4) et 9 (5) degrés.

Discussion et Conclusion. Le système est capable de présenter les chirurgies réalisées et leurs résultats associés pour l'ensemble des patients les plus proches du patient testé. Dans les cas où la stratégie chirurgicale envisagée a déjà été réalisée sur des patients semblables, une estimation du résultat possible de la chirurgie est générée. Ce système relativement rudimentaire présente l'avantage d'une grande robustesse et place le clinicien au coeur de son expérience clinique. Ce système peut contribuer à valider ou à modifier un programme chirurgical. Le fait de présenter les résultats de ses « plus proches voisins » à un patient et à sa famille nécessitera une réflexion éthique en amont. Une telle démarche serait néanmoins susceptible d'aider le patient à prendre une décision éclairée.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Friedman et al. An algorithm for finding best matches in logarithmic expected time. ACM Transactions on Mathematical Software. 1977.
- [2] Baker et al. The Gait Profile Score and Movement Analysis Profile. Gait & Posture. 2009.

Analyse de l'effet du transfert du droit fémoral par Propensity Score Matching chez l'enfant et l'adolescent atteint de paralysie cérébrale.

Eric Desailly¹, Anne-Laure Guinet¹, Alina Badina², Néjib Khouri².

¹Fondation Ellen Poidatz ; ²Hôpital Universitaire Necker Enfants Malades.

Introduction. Le transfert du rectus femoris (TRF) comme tout geste de transfert musculotendineux a pour spécificité de n'avoir pour seul but qu'un objectif fonctionnel. Dans le cadre de la chirurgie multi-étagée celui-ci est associé au programme chirurgical pour améliorer la cinématique du genou en phase oscillante. Si de nombreux indicateurs ont été décrits pour qualifier cette raideur du genou et ainsi aider à préciser son indication, l'essentiel des études cliniques sont des séries de cas. Une seule étude avec groupe contrôle randomisé (RCT) a été menée et bien qu'elle mette en évidence l'effet positif du TRF [1]. La pertinence de cette procédure reste discutée. Notre objectif pour évaluer l'effet de ce geste est de réaliser une étude observationnelle avec constitution d'un groupe contrôle par Propensity Score Matching (PSM).

Matériel et Méthodes. 151 enfants atteints de paralysie cérébrale, opérés, avec au moins une analyse quantifiée de la marche avant et après la chirurgie sont étudiés. Sont inclus les membres inférieurs ayant un indice de Goldberg « Stiff » ou « Borderline » [2]. Un sous-groupe TRF est apparié à un sous-groupe non-TRF par PSM. Celui-ci est calculé sur la base de la cinématique du genou. L'homogénéité des échantillons est contrôlée après appariement. La différence des résultats postopératoires entre les deux groupes est étudiée sur un ensemble de variables cinématiques par test de Student. Une analyse complémentaire est réalisée sur les patients « Non-Stiff » pour apprécier l'éventuel intérêt prophylactique du TRF.

Résultats. Les deux sous-groupes sont chacun constitués de 57 MI. Aucune différence significative entre les variables, préopératoires, étudiées n'est présente après appariement. Le groupe non-TRF présente une aggravation postopératoire significative du Pic de Flexion du genou en phase oscillante (non-TRF=51° vs TRF=57°). La vitesse maximum de flexion du genou est significativement plus importante en postopératoire après TRF (non-TRF=130°/s vs TRF=161°/s). La seconde évaluation porte sur deux groupes de 18 MI. Aucune différence n'est retrouvée sur les variables postopératoires entre les groupes Non-Stiff.

Discussion et Conclusion. L'approche par PSM ne remplace pas une étude RCT mais présente l'intérêt de pouvoir être réalisée lorsque des considérations éthiques rendent la randomisation des indications chirurgicales inenvisageables. Elle assure alors une mise en « comparabilité » des deux groupes au regard des variables utilisées. Cette étude confirme l'intérêt du TRF pour améliorer certaines variables cinématiques qualifiant voire conditionnant une bonne oscillation du genou [1,3]. L'indication prophylactique du TRF ne semble pas être pertinente quand le genou est Non-Stiff en préopératoire. Ces résultats corroborent ceux d'études antérieures [1].

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Dreher et al. Distal Rectus Femoris Transfer as Part of Multilevel Surgery in Children with Spastic Diplegia. A Randomized Clinical Trial. *Gait & Posture*. 2012.
- [2] Goldberg et al. Kinematic and Kinetic Factors That Correlate with Improved Knee Flexion Following Treatment for Stiff-Knee Gait. *Journal of biomechanics*. 2006.
- [3] Thawrani et al. Rectus Femoris Transfer Improves Stiff Knee Gait in Children With Spastic Cerebral Palsy. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2012.

Influence des tâches cognitives sur la marche des enfants et adolescents avec une paralysie cérébrale.

Lena Carcreff^{1,2}, Nathalie Valenza³, Giles Allali⁴, Kamiar Aminian², Christopher Newman⁵, Joel Fluss⁶, Stéphane Armand¹,

¹Laboratoire de cinésiologie Willy taillard, Hôpitaux Universitaires de Genève et Université de Genève. ²Laboratoire de Mesure et d'Analyse des Mouvement, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne ; ³Unité de neuropsychologie pédiatrique, Hôpitaux Universitaires de Genève ; ⁴Service de neurologie, Hôpitaux Universitaires de Genève ; ⁵Unité de neurologie pédiatrique and neuro-rehabilitation, Département de pédiatrie, Centre hospitalier universitaire vaudois ; ⁶Unité de neurologie pédiatrique, Hôpitaux Universitaires de Genève ;

Introduction. La paralysie cérébrale (PC) se caractérise par des déficits moteurs fréquemment accompagnés de troubles des fonctions cognitives. Au quotidien, les activités motrices et cognitives coexistent en permanence et génèrent des interférences cognitivo-motrices (ICM). Bien que rarement étudiées dans la population PC, ces ICM peuvent être mises en évidence grâce au paradigme de double tâche. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'influence de tâches cognitives sur la marche des enfants avec PC en comparaison avec des enfants sains.

Matériel et Méthodes. 18 enfants avec PC (âge : 12 [10-13] ans, GMFCS I à II), et 19 contrôles (âge : 12 [10-13.5] ans) appariés en âge et sexe ont été recrutés. Les participants ont marché pieds nus à vitesse spontanée sur 10m en laboratoire en simple tâche puis ont réalisé 5 doubles tâches (marche avec comptage endroit, envers, fluence animaux, fluence fruits, fluence alternée animaux/fruits) exécutées dans un ordre aléatoire. Les trajectoires de marqueurs positionnés selon le model Plug-In-Gait ont été capturées par un système optoélectronique (Qualisys) et utilisées pour calculer 20 paramètres de marche (paramètres spatiotemporels et cinématiques). Une analyse en composante principale (ACP) a permis de sélectionner 7 paramètres expliquant plus de 80% de la variance de la population totale. Pour chaque double tâche, les Coûts de Double Tâche (CDT), exprimant un ratio entre la simple et la double tâche de marche, des 7 paramètres sélectionnés ont été calculés. Les CDT ont été comparés par des tests de Mann-Whitney et Friedman-ANOVA afin d'évaluer l'effet de la tâche cognitive sur la marche et l'effet du groupe.

Résultats. La marche en double tâche par rapport à la simple tâche a eu pour effet, dans les 2 groupes, une augmentation de la largeur du pas, du Gait Profile Score (GPS), du ratio longueur de pas/cadence, de l'indice d'asymétrie et de la variabilité de la longueur de pas ainsi qu'une diminution de la vitesse (PC et contrôles). Aucun effet groupe n'a été démontré. Entre les tâches, des différences significatives ($p < 0.01$) ont été observées pour la vitesse de marche ainsi que la variabilité de longueur du pas au sein des 2 groupes. De plus, au sein du groupe PC, une différence significative entre les tâches a été trouvée pour le GPS.

Discussion et Conclusion. La double tâche affecte la qualité de marche des enfants avec PC et des enfants sains. La cinématique est plus altérée par la double tâche chez les enfants avec PC que des enfants sains ce qui démontre la pertinence d'évaluer les patients en situation de double tâche lors de la marche afin de mieux comprendre les obstacles auxquels ils font face au quotidien.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Session 4

-

TRONC, POSTURE ET LOMBALGIES.

Classification des mouvements du tronc causés par les rétractions des membres inférieurs durant la marche.

Michael Attias¹, Alice Bonnefoy-Mazure¹, Anne Tabard-Fougère¹, Lena Carcreff¹, Geraldo De Coulon², Laurence Cheze³, Stéphane Armand¹.

¹Willy Taillard Laboratory of Kinesiology, Geneva University Hospitals and Geneva University, Switzerland ;

²Pediatric Orthopaedic Service, Department of Child and Adolescent, Geneva University Hospitals and Geneva University, Geneva, Switzerland ; ³Univ Lyon, Université Lyon 1, IFSTTAR, LBMC UMR T9406, F69622, Lyon, France.

Introduction. Le tronc a une influence importante pendant la marche en contribuant au déplacement. Des stratégies compensatoires du mouvement du haut du corps peuvent se produire lorsque le mouvement des membres inférieurs est altéré. La répétition de ces stratégies compensatoires pendant de nombreuses années peut entraîner des déficits secondaires musculo-squelettiques. Parmi les déficits cliniques pouvant conduire à une altération du mouvement des membres inférieurs, l'un des plus fréquents est la rétraction des tissus mous. Ainsi, l'objectif de cette étude est de classer et de caractériser les mouvements du tronc liés aux principales rétractions du membre inférieur pendant la marche.

Matériel et Méthodes. Vingt-neuf participants sains (sans problèmes neurologiques ou orthopédiques connus) ont été recrutés. Des rétractions ont été simulées avec l'exosquelette MiKE [1] à différents degrés de sévérité sur les cinq muscles des membres inférieurs qui agissent principalement dans le plan sagittal et classiquement atteints : gastrocnemius, soleus, ilio-psoas, ischio-jambiers et rectus femoris. Une analyse quantifiée de la marche a été réalisée et les amplitudes et les positions moyennes des articulations du thorax et du bassin, mesurées l'aide d'un système opto-électronique, ont été extraites dans les trois plans de l'espace. Basée sur ces données, une classification hiérarchique a été effectuée sur toutes les conditions / participants pour identifier des groupes. La cinématique a été comparée entre les groupes obtenus avec un test de Kruskal-Wallis. La proportion dans chaque groupe des différentes conditions (rétraction du muscle émulé et degré de sévérité de la rétraction) a été comparée.

Résultats. Quatre groupes de mouvements du tronc ont été identifiés. Les différences les plus importantes entre les groupes ont été observées dans le plan sagittal pour l'inclinaison du bassin et du thorax. Le Groupe 1 est caractérisé par une légère antéversion du bassin et du thorax en relation avec une rétraction des gastrocnemius et soleus. Le Groupe 2 est caractérisé par une légère antéversion du thorax avec plus d'antéversion du bassin que le Groupe 1, en relation avec des rétractions légères de l'ilio-psoas ou du rectus femoris. Le Groupe 3 est caractérisé par la plus importante antéversion du thorax et du bassin en lien avec des rétractions sévères des muscles ilio-psoas ou rectus femoris. Le Groupe 4 est caractérisé par une rétroversion importante du bassin et une légère antéversion du thorax liés aux rétractions sévères des muscles ischio-jambiers.

Discussion et Conclusion. Les rétractions des muscles des membres inférieurs analysées dans cette étude ont des effets importants sur la position moyenne du bassin et du thorax dans le plan sagittal et des effets plus faibles dans les plans frontal et transversal.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

[1] Attias, M., Bonnefoy-Mazure, A., De Coulon, G., Cheze, L., Armand, S., 2016. Feasibility and reliability of using an exoskeleton to emulate muscle contractures during walking. *Gait Posture* 50, 239-245.

Validity of Motion Analysis to assess the Sagittal Vertical Axis in patients with low back pain.

Anne-Sophie Guinot¹, Alexandre Naaim², Michael Grelat³, Florent Moissenet⁴, Jean-Marie Casillas¹, Davy Laroche².

¹Centre rééducation et de réadaptation, Hôpital Universitaire François Mitterrand, Dijon France ; ²CIC INSERM 1432, Plateforme d'Investigation Technologique, Hôpital Universitaire François Mitterrand, Dijon France ; ³Service de Neurochirurgie, Hôpital Universitaire François Mitterrand, Dijon France ; ⁴Centre National de Rééducation Fonctionnelle et de Réadaptation - Rehazenter, Luxembourg, Luxembourg.

Introduction. At most 80% of the population will experience low back pain once in their life. Low back pain is one of the leading reasons for medical consultation with narrow lumbar canal in outpatients. Its diagnosis is mainly based through clinical and radiological outcomes. One of those is the bi-planar low dose radiography (EOS) type whole-body spinal radiographs measure called SVA for "Sagittal Vertical Axis". SVA quantifies the offset between C7 vertical (i.e. plumbline) and the middle of the S1-L5 junction. This outcome currently constitutes the gold standard for surgery decision. While its measure is commonly established only in static position, the dynamic analysis of SVA could be of particular interest. 3D motion analysis could permit to quantify indirectly SVA during dynamic tasks. However, to our knowledge, the validity between 3D-based SVA and EOS-based SVA have not yet been established and was thus the aim of this study.

Matériel et Méthodes. Patients undergoing laminectomy of the spinal canal and without other neurological or orthopedic disorder were enrolled in this study. Fifteen days before surgery, patients performed an EOS radiography to compute the reference SVA, and a 3D motion analysis using 8 optoelectronic cameras sampled at 100 Hz. Reflective cutaneous markers were positioned on left and right anterior (ASI) and posterior (PSI) iliac spines, on the 7th cervical vertebrae spinous process, and below both auditory canals. Patients performed a 1-min balance test in the EOS examination and standard postural positions. Two distances were computed to quantify indirectly SVA : the horizontal distance between the 7th cervical vertebrae and the middle of PSIs (C7_PSI), and the horizontal distance between the middle of auditory canals and the middle of PSIs (EAR_PSI), both in the sagittal plane. Multivariate regression analyses were then performed on EOS-based SVA for both previous distances adjusted on BMI and age.

Résultats. 20 patients were included (mean±std : 70.7±7.8 years, 29.4±3.6 BMI). The EOS-based SVA was 58.4±58.9 mm (from -18 to 226 mm). Multivariate analyses revealed that C7_PSI is better correlated than EAR_PSI to EOS-based SVA. In particular, a regression including C7_PSI, BMI and age ($1.88 \cdot \text{age} - 2.61 \cdot \text{BMI} + 0.815 \cdot \text{C7_PSI}$) was found to be strongly related to the EOS-based SVA for the EOS examination ($R^2=0.78$) and standard postural ($R^2=0.73$) positions.

Discussion et Conclusion. 3D motion analysis seems to be a promising tool to indirectly assess SVA. However, the regression proposed should be adjusted by including further patients, and tested on other pools of patients to be externally validated. Anyway, considering the small number of participants of this preliminary study, it might be expected to increase the coefficient of determination with more patients. Consequently, this regression could be used to quantify SVA during dynamics tasks like reaching, walking and other functional tests. In addition, by requiring only few markers, the proposed protocol should be easily integrated in a clinical routine. Further studies would also confirm the potential of this relation after surgery and its potential to complete the consensus for the Domain Outcome Set to determine the functional limitations of patient with low back disorders.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Effet d'une rééducation axiale accentuée sur le contrôle du tronc des enfants atteints de paralysie cérébrale.

Jonathan Pierret, Sébastien Caudron, Christian Beyaert.

DevAH EA3450 : Développement, Adaptation et Handicap, Université de Lorraine, Nancy, France.

Introduction. Chez les enfants atteints de paralysie cérébrale (PC) la majeure partie de la prise en charge thérapeutique est portée sur les troubles des membres inférieurs et de la marche. Cependant, ces enfants montrent des déficits du contrôle du tronc en situation statique et dynamique pouvant affecter la vie quotidienne [1]. Récemment, Heyrman & al [2] ont montré chez les PC un déficit du contrôle du tronc en posture assise via le TCMS, une échelle clinique d'évaluation du contrôle du tronc et ont fait le lien entre ce déficit et les déviations du tronc à la marche. Le but de notre étude était de tester les effets d'une rééducation axiale accentuée (RAA) sur le contrôle du tronc chez les enfants PC. Cette RAA reposait sur 3 principes fondamentaux : 1) Faire réaliser par l'enfant des exercices impliquant fortement le tronc dans son équilibre; 2) Réaliser des mouvements inhabituels ou difficiles; 3) Réaliser les exercices de façon régulière et fréquente (4 à 6 séances/semaine).

Matériel et Méthodes. 7 enfants PC (9,4 ans \pm 2,4; 4 diplégiques et 3 hémiplégiques) GMFCS I et II ont effectué la RAA pendant 3 mois. Deux sessions d'évaluation encadraient la RAA (E0 et E+3mois). Un TCMS était réalisé 3 fois, la meilleure performance était retenue. La station assise sur un dispositif d'assise instable placé sur une plateforme de force 3D AMTI 1000Hz permettait de réaliser une posturographie dans deux conditions : yeux ouverts (YO) et yeux fermés (YF). Chaque condition était réalisée 3 fois pendant 30 secondes. Les déplacements du COP ont été utilisés pour calculer la surface de l'ellipse de confiance (SURFACE) et la variabilité de la vitesse de déplacement du COP (RMS Vi COP).

Le score au TCMS, la SURFACE et la RMS Vi COP moyennées sur les 3 essais dans les deux conditions (YO/YF) ont été comparés avant et après RAA par un test des rangs signés de Wilcoxon.

Résultats. Suite au protocole de RAA, le score du TCMS a augmenté significativement chez tous les enfants PC, passant de 45/68 (\pm 9) à 61/68 (\pm 12) (médiane, écart-interquartile) ($p < 0,05$).

La SURFACE a diminué significativement dans les deux conditions YO : 2499,3mm² (\pm 4602,025) vs 1335,4mm² (\pm 1650,755) et YF : 4741,8 (\pm 8665,3) vs 3250,7 (\pm 5855,4) ($p < 0,05$).

La RMS Vi COP a diminué significativement dans les deux conditions YO : 94,1 (\pm 46,4) vs 64,1 (\pm 33,3) et YF : 110,8 (\pm 75,3) vs 81,8 (\pm 28,3) ($p < 0,05$).

Discussion et Conclusion. La rééducation du tronc par un protocole de RAA d'une période de 3 mois a permis l'amélioration des capacités du contrôle du tronc et du maintien de l'équilibre au cours d'une tâche de stabilisation en station assise chez les enfants PC. Il reste à poser la question de la contribution des troubles du contrôle du tronc aux troubles de la marche observés chez les enfants PC et des effets de l'amélioration du contrôle du tronc sur la marche.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Hadders-Algra & Brogren. (2008). Postural control : A key issue in developmental disorders. London : Mac-Keith Press.
- [2] Heyrman & al (2014). Research in Developmental Disabilities, 35(9), 2044-2052.

Asymétrie du phénomène de flexion-relaxation et sa relation avec la souplesse latérale du tronc chez des individus souffrant de lombalgie chronique non-spécifique.

Kevin Rose-Dulcina¹, Stéphane Genevay², Dennis E. Dominguez³, Stéphane Armand¹, Nicolas Vuillerme¹.

¹Willy Taillard Laboratory of Kinesiology, Geneva University Hospitals and Geneva University, Geneva, Switzerland; ²Division of Rheumatology, Geneva University Hospitals, Faculty of Medicine, Geneva, Switzerland; ³Division of Orthopaedics and Traumatology, Geneva University Hospitals, Faculty of Medicine, Geneva, Switzerland; ⁴AGEIS, Université Grenoble Alpes, Grenoble, France.

Introduction. Le phénomène de flexion-relaxation est défini comme un silence ou une diminution de l'activité électromyographique des muscles extenseurs lombaires lors d'une flexion maximale du tronc en position debout [1]. Ce phénomène est, dans la majorité des cas, absent chez les patients atteints de lombalgie chronique non-spécifique [1]. Une étude récente a montré une plus grande asymétrie entre droite et gauche de ce phénomène chez ces patients en comparaison avec des sujets sains [2]. Les auteurs ont suggéré qu'un déséquilibre dans les propriétés des muscles comme la souplesse, pourrait être à l'origine de cette asymétrie. Dans ce contexte, l'objectif de cette étude est d'étudier le lien entre l'asymétrie du phénomène de flexion-relaxation et l'asymétrie de la souplesse latérale du tronc chez les patients souffrant de lombalgie chronique non-spécifique

Matériel et Méthodes. Vingt patients souffrant de lombalgie chronique non-spécifique et quinze participants sains ont réalisé trois flexions maximales du tronc en position debout genoux tendus. L'électromyographie de surface a été mesurée bilatéralement sur les érecteurs spinaux (ES) au niveau de L1. Un ratio de flexion-relaxation (FRR) a été calculé pour chaque muscle pour quantifier le phénomène. Trois essais du test « fingertip-to-thigh » ont été réalisés pour mesurer la souplesse latérale du tronc (SLT). L'asymétrie (Δ) de chaque paramètres a été calculée par la différence absolue entre le coté droite et le coté gauche [2]. L'incapacité fonctionnelle des patients lombalgiques a été évaluée avec L'Oswestry Disability Index (ODI). Le test U de Mann-Whitney a été utilisé pour comparer les groupes. Le coefficient de Spearman a été utilisé pour évaluer le lien entre Δ FRR et Δ SLT du tronc chez les patients lombalgiques.

Résultats.	NSCLBP patients (n=20)	Participants sains (n=15)	P-value
ODI	13.3 (8.5–17.7)	-	0.238
FRR (%)	52.3 (33.6–69.8)	31.7 (23.2–40.3)	0.031*
Δ FRR (%)	20.2 (5.6–31.5)	6.2 (2.7–12.9)	0.049*
SLT (Cm)	17.4 (15.7–18.9)	21.6 (20.2–23.0)	0.000*
Δ SLT (Cm)	1.0 (0.0–2.0)	1.0 (1.0–2.0)	0.426
Corrélation Δ FRR - Δ SLT	r= 0.303	-	0.238

Discussion et Conclusion. Les résultats sont en accord avec d'autres études concernant le FRR des muscles lombaires [1]. Ils confirment aussi une asymétrie du FRR des ES [2]. Malgré une SLT plus faible chez les patients lombalgiques, l'asymétrie de la SLT semble similaire à celle des participants sains. Ce résultat est en contradiction avec une précédente étude [3] mais dont les patients avaient un score ODI plus élevé que celui de notre cohorte. L'absence d'asymétrie de la SLT pourrait expliquer l'absence de corrélation avec l'asymétrie du FRR. Les résultats de cette étude suggèrent que l'asymétrie du phénomène de flexion-relaxation n'est pas corrélée à l'asymétrie de la souplesse latérale du tronc. Néanmoins, ils confirment une asymétrie plus importante du ratio des érecteurs spinaux chez les patients lombalgiques, ce qui pourrait contribuer à la chronicité de la douleur. La restauration d'un phénomène de flexion-relaxation plus symétrique pourrait faire partie des objectifs neuromusculaires des programmes de réhabilitation.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie. [1] Colloca, J Manipulative Physiol Ther 2005. \ [2] Kim M hee, J Electromyogr Kinesiol 2013. \ [3] Nagai T, Work 2015.

La marche chez les enfants et adolescents souffrant de lombalgie non-spécifique chronique est-elle similaire à celle de sujets pédiatriques asymptomatiques ?

Anne Tabard-Fougère^{1,2,3,4}, Romain Dayer², Nicolas Vuillerme^{3,4,5}, Stéphane Armand^{1,4}.

¹Laboratoire de cinésiologie Willy Taillard, Hôpitaux Universitaires de Genève, Genève, Suisse ; ²Service d'orthopédie pédiatrique, Hôpitaux Universitaires de Genève, Genève, Suisse ; ³Université Grenoble Alpes, AGEIS, Grenoble, France ; ⁴LAI Jean Raoul Scherrer, Université de Genève et Université Grenoble Alpes, Genève et Grenoble, Suisse et France ; ⁵Institut Universitaire de France, Paris, France.

Introduction. Introduction : La lombalgie (LBP) touche plus de 80% de la population adulte et a récemment été identifiée comme la 3ème cause de douleurs pédiatriques. Malgré la faible incidence d'un diagnostic grave associé à ces douleurs dans la population pédiatrique et donc la faible sensibilité diagnostique de l'imagerie, la prise en charge actuelle implique une irradiation augmentée sur une population jeune donc à risque. Dans la population adulte, l'analyse de la marche, une des activités principales de la vie quotidienne, apparaît comme une alternative non-irradiante pouvant distinguer les sujets souffrant de LBP de contrôles. La marche des patients adultes LBP est altérée avec une diminution des paramètres spatiotemporels, de la coordination du bassin et du thorax ainsi qu'une activité des muscles lombaires augmentée et une capacité d'adaptation au changement de vitesse diminuée. Ces altérations ont été expliquées par une hypothèse appelée « hypothèse de précaution ». A notre connaissance, il n'existe pas étude validant cette hypothèse chez l'enfant et l'adolescent.

L'objectif de cette étude était d'évaluer si, et dans quelle mesure, l'hypothèse de précaution est valide chez les enfants et adolescents souffrant de LBP présentent en comparaison à des sujets asymptomatiques avec : (1) une diminution des paramètres spatiotemporels, de la coordination du bassin et du thorax ainsi qu'une augmentation de l'activité des muscles lombaires pendant la marche à vitesse spontanée ; (2) une capacité d'adaptation au changement de vitesse de marche diminuée au niveau de la coordination du thorax et du bassin ainsi que l'activité des muscles lombaires.

Matériel et Méthodes. Trente-neuf enfants et adolescents avec et 24 sans LBP ont effectué une analyse de la marche à vitesses spontanée, rapide et lente. Les paramètres spatiotemporels, l'amplitude de mouvement du thorax et du bassin ainsi que leur coordination (différence temporelle entre le maximum du thorax et le minimum du bassin) ont été calculés dans le plan transverse. L'activité des muscles erector spinae longissimus (ESL) a été enregistrée bilatéralement à l'aide d'électrodes de surface électromyographiques (EMG) et analysée pendant les 4 sous-phases de la marche suivantes : période de 1er et 2ème double support et 1er et 2ème simple support. Une analyse ANOVA à mesures répétées 2 x 3 a été effectuée pour évaluer l'effet du groupe (LBP, contrôle) et de la vitesse de marche (spontanée, rapide, lente) sur les paramètres EMG et cinématiques. L'effet vitesse ayant largement été documenté sur les paramètres spatiotemporels, seulement l'effet groupe a été évalué pour ces paramètres avec un t-test de Student.

Résultats. En comparaison du groupe contrôle, le groupe souffrant de LBP présente : (1) des paramètres spatiotemporels, cinématiques et EMG similaires pendant la marche à vitesse spontanée ; (2) une adaptation similaire au niveau des paramètres EMG et cinématiques au changement de vitesse de marche malgré une diminution des paramètres spatiotemporels pendant la marche rapide.

Discussion et Conclusion. Nos résultats ne supportent pas l'hypothèse de précaution mise en avant dans la population adulte souffrant de LBP avec une marche chez les enfants et adolescents souffrant de LBP similaire à celle chez les sujets pédiatriques asymptomatiques.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Session 5

-

MODÈLES.

Fusion de modèles pour la prédiction de la marche postopératoire dans la paralysie cérébrale.

Omar Galarraga¹, Vincent Vigneron², Néjib Khouri³, Bernadette Dorizzi⁴, Eric Desailly⁵.

¹*CR Coubert (UGECAM IDF)*; ²*Université d'Evry Val d'Essonne*; ³*Hôpital Necker - Enfants Malades*; ⁴*Télécom SudParis*; ⁵*Fondation Ellen Poidatz*.

Introduction. La planification chirurgicale dans la paralysie cérébrale (PC) est une tâche compliquée étant donné les diverses gestes chirurgicaux (GC) qui sont combinés dans la même opération. Plusieurs travaux cherchent à prédire le résultat de la chirurgie à partir de l'examen clinique et l'analyse quantifiée de la marche (AQM), cependant la plupart considère des GC uniques ou donnent des prédictions qualitatives. [1] prédit la cinématique postopératoire en considérant plusieurs GC mais la contribution de chaque GC reste incertaine. L'objectif de ce travail est de simuler l'effet de la chirurgie sur la marche PC afin de prédire le résultat probable et la contribution de chaque GC en utilisant des techniques d'apprentissage statistique.

Matériel et Méthodes. Les données de 134 enfants opérés atteints de PC avec AQM avant et après la chirurgie ont été considérées. Neuf GC ont été considérés. La dimension des données cinématiques et cliniques préopératoires a été réduite en utilisant une analyse en composantes principales (ACP) [2]. Un modèle de régression par GC a été construit en utilisant un apprentissage par ensembles [3], où chaque ensemble est composé des données de patients ayant eu un même GC. Les régressions pouvaient être linéaires ou non-linéaires par réseaux de neurones [4]. Les sorties des différents modèles sont après fusionnées avec une moyenne pondérée par l'importance statistique des GC sur les variables cinématiques. Le poids de chaque GC a été calculé en réalisant des tests d'indépendance sur les variations cinématiques entre les patients ayant eu le GC en question et le reste des patients. Les erreurs de prédiction RMS ont été calculées et comparées à [1] et un prédicteur naïf (Mean-P) qui donnent toujours comme prédiction la moyenne postopératoire sur tous les patients.

Résultats. 80 combinaisons chirurgicales différentes sont retrouvées (3 exemples en moyenne par combinaison). L'erreur moyenne de prédiction de la méthode proposée varie entre 3,7° (inclinaison du bassin) et 10,0° (progression du pied) selon l'angle cinématique considéré. Pour tous les angles cinématiques considérés, la méthode proposée donne des erreurs moyennes inférieures à [1] et à Mean-P avec des différences significatives par rapport à Mean-P.

Les dimensions optimales d'ACP varient entre 8 et 13 (81% et 89% de la variance totale).

Discussion et Conclusion. Des prédictions quantitatives du résultat cinématique probable de la chirurgie et de l'apport espéré de chaque GC sont données en fonction de la cinématique et de l'examen clinique préopératoire ainsi que de la chirurgie. Les erreurs de prédictions sont inférieures aux méthodes comparées. L'usage du système devrait être limité à des patients similaires à ceux de la base de données en l'absence de validation externe. Nombreuses combinaisons chirurgicales sont considérées malgré le petit nombre d'exemples par combinaison chirurgicale.

Le système montre la cinématique postopératoire probable pour le patient et le clinicien, permettant une meilleure discussion du traitement.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Galarraga et al., Predicting postoperative gait in cerebral palsy, *Gait Posture*, 2017.
- [2] Jolliffe, *Principal Component Analysis*, Springer-Verlag, 2002
- [3] Polikar, *Ensemble based systems in decision-making*, *Circuits Systems*, 2006.
- [4] Bishop, *Pattern recognition and machine learning*, Springer-Verlag, 2006.

Multi-segment foot modeling : normal vs jump gait.

Rahma Hafi¹, Taysir Rezgui², Khalil Ben Mansour³, Frédéric Marin³, Moez Chafra⁴.

¹Université de Carthage, École Polytechnique de Tunisie (EPT), LASMAP, La Marsa, Tunisie ; ²Université de Carthage, EPT (LASMAP) - ENIB, Tunisie ; ³Sorbonne Universités, Université de Technologie de Compiègne, UMR CNRS 7338, Compiègne, France ; ⁴Université el Manar, IPEI - Manar, Tunis, Tunisie.

Introduction. The single foot segment been considered as a basic model but it hasn't contributed in deep understanding of the human foot motion, especially in pathological context. Recent researches developed several multi-segment models of the foot taking into account the largest number of foot joints. For this reason, the aim of this study is to develop a five-segment foot model that can enhance the comprehension of normal and 'jump' gait, considered as the most common pathological gait patterns[1].

Matériel et Méthodes. Healthy subjects, without any lower extremity injury or orthopedic troubles, have participated to the experimental session. A set of 35 skins markers were placed in each foot and their 3D trajectories were tracked by 34 Vicon cameras. The subjects were asked to perform normal gaits and to simulate a 'jump gait', characterized by a walking on tip toes [2]. A five-segment foot model is developed , in which the anatomical reference frames of each segment were defined in accordance with the ISB Recommendations [3]. Foot angles were respectively Shank-foot, shank-calcaneus, metatarsus-midfoot, calcaneus-metatarsus and calcaneus-midfoot. During the experimental trials, data were collected for 6 gait cycles, normalized and used to calculate kinematic of foot joints. The joint angles were calculated by the developed calculation scripts on MATLAB pertaining to the percentage of the gait cycle.

Résultats. The values of joint angles were reproducible between subjects and in quasi perfect agreeing with literature results [4]. Compared to normal gait, the simulated jump gaits show an excessive flexion (up to 30°) and an excessive eversion during the gait cycle, and for all foot joint angles. Moreover, the abduction - adduction angles show insignificant changes, except for the midfoot-metatarsus and calcaneus- metatarsus joints. In fact, walking on tip toes may lead to metatarsal segment instability which is compensated in frontal plane by an increase of adduction / abduction joint motion.

Discussion et Conclusion. In this study, placing a set of full markers on each anatomical points of the foot, enhance accurate definition of anatomical segments references. Also, it was clear that the effect of blocking the ankle flexion during jump caused an excessive extension between the metatarsus and mid-foot segments. To gain some stability, there are an appearance of variation in adduction and abduction. In conclusion, these obtained results can be clinically used and to help improving foot biomechanical knowledge.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] M. Rodda, et al., Sagittal gait patterns in spastic diplegia. J Bone Joint Surg Br, 2004.
- [2] T. Rezgui, F. Megrot, L. Fradet, F. Marin. On the imitation of CP gait patterns by healthy subjects. Gait & Posture, 2013.
- [3] R. Hafi, T. Rezgui, K. Ben Mansour, F. Marin, M. Chafra. New protocol for foot kinematics description.7th International Congress of Design and Modelling of Mechanical Systems CMSM, 2017.
- [4] A. Leardini, et al.,Rear-foot,mid-foot and fore-foot motion during the stance phase of gait. Gait & Posture, 2007.

Conséquences biomécaniques d'un équin sur la marche de l'enfant avec Paralysie Cérébrale.

Mathieu Lempereur^{1,2,3}, Etienne Saudeau⁴, Olivier Rémy-Néris^{1,2,3}, Christelle Pons^{1,2,3}, Laetitia Houx^{1,2,3}, Bhushan Borotikar^{1,5}, Sylvain Brochard^{1,2,3}.

¹LaTIM INSERM U1101, Brest ; ²Université de Bretagne Occidentale, Brest ; ³CHRU de Brest, service de médecine physique et réadaptation, Brest ; ⁴Université de Caen Normandie ; ⁵IMT Atlantique, Département ITI, Brest.

Introduction. Il existe très peu d'études évaluant les conséquences biomécaniques à la marche causées par un pied déformé en équin incluant une modélisation du pied multi-segmentaire chez les enfants avec Paralysie Cérébrale (PC). Comprendre le retentissement d'un équin sur la marche d'enfants avec PC, en particulier au niveau du pied en dynamique, est primordial pour adapter les thérapeutiques médico-chirurgicales. L'objectif de notre étude était de comparer la cinématique 3D, incluant une modélisation du pied en 3 segments utilisant l'Oxford Foot Model (OFM) [1], durant la marche, d'un groupe d'enfants homogène avec PC unilatérale ayant une flexion dorsale passive de la cheville limitée à 0° par rapport à un groupe d'enfants au Développement Typique (DT) du même âge.

Matériel et Méthodes. Les critères d'inclusion étaient les suivants : enfants hémiplésiques spastiques dans un contexte de PC, âgés entre 7 et 14 ans, flexion dorsale passive de la cheville mesurée à 0° genou tendu, n'ayant jamais bénéficié d'intervention chirurgicale des membres inférieurs et n'ayant pas bénéficié d'injections de toxine botulinique dans les 6 derniers mois. Neuf enfants avec PC ont pris part aux expérimentations. La cinématique des membres inférieurs (Plug-In Gait) et des pieds (OFM) lors de la marche a été enregistrée grâce à un système optoélectronique Vicon. Ce même protocole a été appliqué à 7 enfants à DT appariés en âge et en sexe. La méthode Statistical Parametric Mapping [2] a été utilisée afin de montrer les différences entre le côté hémiplégique des enfants avec PC et le côté non dominant des enfants à DT et d'en déduire les conséquences biomécaniques dues à l'équin. Le seuil de significativité a été fixé à 0.05.

Résultats. De manière significative, le bassin des enfants avec PC est plus en rotation interne (+11.8°) tout au long du cycle de marche. La rotation de la hanche est également plus interne au début du cycle et durant toute la phase oscillante (+15°). L'attaque du pas s'effectue genou fléchi en moyenne (19.4°) avec un défaut d'extension du genou en fin de phase oscillante. Lorsque le pied est considéré comme un seul segment, les enfants avec PC présentent une attaque du pas d'environ 10° de flexion plantaire avec un défaut de flexion dorsale en fin de phase oscillante. Avec un pied modélisé en 3 segments, il n'existe pas de différence significative pour les 3 rotations de l'avant pied par rapport à l'arrière pied. Le mouvement en flexion/extension de l'arrière pied par rapport au tibia tend à être différent. De plus, au moment du décollement du pied, l'hallux est moins en dorsiflexion.

Discussion et Conclusion. Cette population homogène d'enfants avec PC unilatérale montre un pattern cinématique « typique » de marche en équin avec cependant une variabilité de la cinématique des 3 segments du pied qui rend difficile la généralisation des conséquences à la marche d'un équin. Un nombre plus important de sujets permettrait de conforter ces premières tendances.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Stebbins et al. (2006). *Gait & Posture*, 23(4), 401-410.
 [2] Pataky et al. (2013). *Journal of Biomechanics*, 46(14), 2394-2401.

Générer la cinématique articulaire du membre inférieur à partir de la vitesse de marche, du genre, de l'âge et de l'indice de masse corporel d'un sujet.

Florent Moissenet¹, Stéphane Armand².

¹Centre National de Rééducation Fonctionnelle et de Réadaptation - Rehazenter ; ²Hôpitaux universitaires de Genève, Université de Genève.

Introduction. L'évaluation de la marche d'un patient repose souvent sur une comparaison avec des données normatives. Malgré un nombre croissant d'études démontrant l'influence sur la cinématique, la cinétique et l'électromyographie de la vitesse de marche et des paramètres démographiques, il demeure courant d'utiliser une base de données unique constituée à partir d'une population asymptomatique hétérogène. En particulier, Chehab et al. [1] ont exprimé l'effet de la vitesse de marche, du genre, de l'âge et de l'indice de masse corporel (IMC) sur des données cinématiques et cinétiques chez le sujet asymptomatique. Il en résulte que la comparaison des mesures effectuées sur un patient avec les données d'une base non adaptée peut introduire des différences (interprétées comme anomalies) non induites directement par la pathologie. Le principal obstacle repose sur la difficulté de mettre en place un jeu de données suffisamment étendu pour permettre l'utilisation de données normatives appariées avec les caractéristiques de chaque patient. L'objectif de cette étude est de proposer et d'évaluer une solution alternative avec la mise en place d'un générateur de courbes cinématiques en fonction de la vitesse de marche, du genre, de l'âge et de l'IMC.

Matériel et Méthodes. Cette étude a utilisé les données normatives issues de 52 sujets asymptomatiques marchant à différentes vitesses (entre 0.18 et 1.32m.s⁻¹) [2]. Les courbes cinématiques ont été discrétisées suivant les points proposés par [1], complétés si nécessaire par des points techniques [3]. Une régression linéaire multiple [3] a été ensuite appliquée à chaque point suivant les paramètres vitesse de marche, genre, âge et IMC. Les courbes cinématiques ont alors été reconstruites à partir des coefficients de régression obtenus et de quintic splines [3]. La procédure a finalement été évaluée en comparant les courbes cinématiques prédites et mesurées par une validation croisée de type «leave-one-out».

Résultats. Nos résultats ont fait ressortir l'effet des paramètres vitesse de marche, genre, âge et IMC sur la cinématique comme dans l'étude [1]. La méthodologie proposée a été appliquée pour chaque point discret des courbes cinématiques de la hanche, du genou et de la cheville dans le plan sagittal et pour chaque cycle de marche (n=2260). Pour ces courbes, les erreurs quadratiques moyennes (moyenne +/- 1 écart type) obtenues étaient respectivement 3.3+/-2.2°, 6.4+/-3.0° et 4.0+/-1.9°. Ces valeurs correspondent à la variabilité observées dans les données de la population de référence, à savoir respectivement 3.6+/-1.7°, 6.3+/-2.8° et 4.4+/-2.2°.

Discussion et Conclusion. La solution proposée permet de générer des courbes cinématiques avec une erreur correspondant à la variabilité de la population originale. La même démarche va être étendue aux autres variables cinématiques, ainsi qu'aux variables cinétiques, électromyographiques et spatio-temporelles. Même si la taille de population originale pourrait être augmentée, cette étude démontre qu'il est possible de générer une cinématique appariée aux caractéristiques de chaque patient. Nous espérons que cette méthodologie permettra d'améliorer l'interprétation des troubles de la marche des patients.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Chehab et al., J. Biomech, 2017.
- [2] Schreiber et al., Gait Posture, 2016.
- [3] Koopman et al., J. Biomech, 2014.

Contributions musculaires à la position du centre de pression pendant la marche.

Florent Moissenet¹, Raphaël Dumas².

¹Centre National de Rééducation Fonctionnelle et de Réadaptation - Rehazenter ; ²Univ Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, IFSTTAR, LBMC UMR T9406, F69622 Lyon, France.

Introduction. Introduction : Plusieurs études ont décrit les contributions musculaires aux forces de réaction au sol et à l'accélération du centre de masse (CoM), c.-à-d. les contributions à la progression et au support de ce point [1]. Les résultats obtenus apportent des éléments de compréhension vis-à-vis des mécanismes sous-jacents de la marche. Cependant, la plupart des études se basent sur une analyse de perturbations avec une approche en dynamique directe, relativement complexe à mettre en place. Seule l'étude de Moissenet et al. [2] a décrit les contributions musculaires aux forces et moments de réaction au sol avec une approche en dynamique inverse. Cependant, les contributions musculaires à la position du centre de pression (CoP) demeurent non investiguées. C'est donc le but de cette étude avec comme perspective une meilleure compréhension des impacts des déficits moteurs sur le CoP et sur l'équilibre à la marche dans un contexte pathologique.

Matériel et Méthodes. Un modèle musculo-squelettique 3D du membre inférieur est utilisé pour cette étude [2,3]. Ce modèle est composé de 5 segments (bassin, cuisse, patella, jambe, pied), 5 degrés de liberté (DDL) articulaires et 129 lignes d'action motrice. Ce modèle a été validé pour sa capacité d'estimation des forces de contact articulaire au genou [3] et à la hanche [4]. Afin d'estimer les contributions à la position du CoP des muscles de la jambe ipsilatérale, une optimisation statique (permettant de résoudre le problème de redondance musculaire) est suivie d'un calcul des contributions aux forces et moments de réaction au sol [2] en appliquant chaque force musculo-tendineuse de façon isolée. Les contributions musculaires à la position du CoP en sont alors déduites. La méthodologie est appliquée à un cycle de marche d'un sujet asymptotique (homme, 30 ans, 65kg, 165cm).

Résultats. De manière générale, la plupart des muscles de la jambe ipsilatérale, hormis les chefs du triceps sural, tendent à freiner l'avancement du CoP. Plus spécifiquement, les résultats sont en accord avec les contributions musculaires à la position du CoM reportées par Liu et al. [5] : par exemple, le quadriceps tend à freiner l'avancement du CoP tandis que le triceps sural tend à faciliter son avancement.

Discussion et Conclusion. Le modèle présenté apparaît comme un outil permettant à terme une meilleure compréhension des mécanismes entraînant une trajectoire anormale du CoP. Il pourrait notamment être utile à l'identification des stratégies d'équilibrage pendant la marche. Cependant, avant cela, le modèle devra être complété avec un second DDL à la cheville (articulation sub-talaire) et être testé sur un plus grand nombre de cycles de marche et de sujets. Une autre limite repose sur le fait que le modèle ne donne pas accès aux contributions du haut du corps et de la jambe contralatérale.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Allen et al., J Biomech, 2012.
- [2] Moissenet et al., Multibody Syst Dyn, 2017.
- [3] Moissenet et al., J Biomech, 2014.
- [4] Moissenet et al., Comput Method Biomech Biomed Engin, 2015.
- [5] Liu et al., J Biomech, 2008.

Session 6

-

MEMBRE SUPÉRIEUR ET ORTHOPÉDIE.

Protocole 3D bimanuel pour l'évaluation des mouvements du membre supérieur chez les enfants atteints de paralysie cérébrale unilatérale : validation chez les enfants sains.

Brice Bouvier¹, Thibault Pasquet², Florence Gaillard^{1,2}, Guillaume Bouzillé³, Armel Crétual¹, Hélène Rauscent², Isabelle Bonan^{1,2}.

¹Laboratoire M2S (Mouvement Sport Santé), Université Rennes 2, France ; ²Département de Médecine Physique et Réadaptation, CHU Rennes, France ; ³Département de Santé Publique et Médecine Sociale, CHU Rennes, France.

Introduction. Les enfants atteints de paralysie cérébrale unilatérale (PCu) spastique présentent des déficiences motrices au niveau du membre supérieur (MS) qui rendent difficiles la réalisation de tâches de la vie quotidienne, particulièrement en situation bimanuelle. L'analyse cinématique 3D des MS ouvre la possibilité d'une évaluation clinique, quantitative et objective. Peu de protocoles d'analyse 3D ont été proposés dans la littérature, et ceux-ci se limitent à des situations unimanuelles ou n'incluent pas d'étude de reproductibilité [1-3]. L'objectif de ce travail est (1) de proposer un protocole 3D bimanuel pour l'évaluation des mouvements du membre supérieur chez les enfants PCu et (2) d'étudier sa faisabilité et sa reproductibilité chez les enfants sains.

Matériel et Méthodes. 20 enfants sains âgés de 6 à 18 ans (âge moyen $11,9 \pm 3,4$ ans) ont réalisé un protocole d'analyse 3D autour d'une thématique de jeu de «pilotage d'avions». Ce protocole se compose de 4 tâches bimanuelles ludiques, initialement conçues pour cibler des degrés de liberté (DDL) du MS déficitaires chez les enfants PCu (extension de coude, pronosupination, extension de poignet, abduction et rotations d'épaule). Chaque tâche évalue un DDL cible et plusieurs DDL secondaires. Le protocole complet permet d'explorer la totalité des DDL des articulations du poignet, du coude, de l'épaule (huméro-thoracique). La cinématique du membre supérieur non dominant a été calculée selon les recommandations de l'ISB [4] avec un système optoélectronique (Optitrack, 12 caméras) et 15 marqueurs positionnés sur le corps de l'enfant. La totalité des 4 tâches est répétée lors de trois sessions consécutives. La reproductibilité du protocole est évaluée sur le pattern des courbes angulaires (via le coefficient de corrélation multiple, CMC) et sur les valeurs discrètes d'angles maximaux et d'amplitudes articulaires (via le coefficient de corrélation intra-classe, ICC et l'erreur standard de mesure, SEM).

Résultats. Tous les enfants ont réalisé le protocole avec une très bonne adhésion. La reproductibilité du pattern des courbes angulaires est excellente pour tous les DDL investigués sur la totalité des 4 tâches ($0.89 \leq \text{CMC} \leq 0.98$), à l'exception de quelques DDL secondaires ($0.61 \leq \text{CMC} \leq 0.80$). La reproductibilité des angles maximaux et des amplitudes articulaires est excellente ($0.76 \leq \text{ICC} \leq 0.98$) pour tous les DDL, toutes tâches confondues, avec des valeurs de SEM n'excédant jamais 5° .

Discussion et Conclusion. Ce protocole 3D propose des tâches bimanuelles, ludiques, qui sollicitent le membre supérieur dans des amplitudes fonctionnelles similaires à des situations de vie quotidienne [5], et dont la faisabilité et la reproductibilité sont validées sur des enfants sains. Il ouvre la voie à l'exploration des mouvements du MS d'enfants pathologiques, en proposant notamment des valeurs angulaires normatives et des corridors de normalité auxquels la cinématique d'enfants PCu pourrait être confrontée. L'étude de reproductibilité de ce protocole sur une population d'enfants PCu fait l'objet d'un autre travail en cours.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

[1] Jaspers et al., 2011, Gait Posture, 2011 Feb ;33(2) :279-85. \ [2] Klotz et al., 2014, Research in Developmental Disabilities 35(11) :2950-57. \ [3] Rudisch et al., 2016, Human Movement Science 46(April) : 239-50. \ [4] Wu et al., 2005, J Biomech. 2005 May ;38(5) :981-992. \ [5] Gates et al., 2016, Am J Occup Ther. 2016 Jan-Feb ;70(1) :7001350010p1-7001350010p10.

Protocole 3D bimanuel : reproductibilité et caractéristiques cinématiques du membre supérieur parétique d'enfants atteints de paralysie cérébrale unilatérale spastique.

Florence Gaillard^{1,2}, Brice Bouvier², Guillaume Bouzille³, Thibault Pasquet¹, Arnel Cretual², Hélène Rauscent¹, Isabelle Bonan^{1,2}.

¹Département de Médecine Physique et Réadaptation, CHU Rennes, France ; ²Laboratoire M2S (Mouvement Sport Santé), Université Rennes 2, France ; ³Département de Santé Publique et Médecine Sociale, CHU Rennes, France.

Introduction. Les enfants ayant une paralysie cérébrale unilatérale spastique (PCu) présentent des déficiences hémicorporelles à l'origine d'une altération des fonctions manuelles du côté parétique (atteinte, saisie, manipulation, etc), particulièrement lors de situations bimanuelles. Un protocole 3D incluant des tâches bimanuelles ludiques a été élaboré dans le service de MPR Enfant du CHU de Rennes. L'objectif de cette étude était d'évaluer la faisabilité et la reproductibilité intra-jour de ce protocole chez les enfants atteints de PCu, et de comparer les valeurs discrètes d'angles maximaux et d'amplitudes articulaires à celles d'une population d'enfants sains.

Matériel et Méthodes. 20 enfants atteints de PCu âgés de 6 à 18 ans (âge moyen $12,0 \pm 3,2$ ans) ont réalisé ce protocole 3D bimanuel et ont été comparés à 20 enfants sains (âge moyen $11,9 \pm 3,4$ ans). Les mobilités du tronc, épaule, coude et poignet du côté parétique ont été mesurées selon les recommandations de l'ISB1. La reproductibilité des courbes angulaires a été évaluée par un Coefficient de Corrélation Multiple (CMC) et la reproductibilité des valeurs angulaires discrètes par un Coefficient de Corrélation Intraclasse (ICC). L'erreur standard de mesure (SEM) a également été calculée pour chaque degré de liberté (DDL) primaire et secondaire.

Résultats. Tous les enfants PCu ont pu réaliser les tâches du protocole 3D bimanuel. La reproductibilité des courbes angulaires était bonne à excellente sur trois des tâches effectuées, et ce quel que soit le DDL observé ($0,82 \leq \text{CMC} \leq 0,98$). Concernant la 4ème tâche, la reproductibilité était excellente sur le DDL primaire ($\text{CMC}=0,92$), bonne à modérée sur les DDL secondaires ($0,68 \leq \text{CMC} \leq 0,77$). La reproductibilité des amplitudes articulaires et des angles maximaux était excellente sur l'ensemble des DDL, et ce pour toutes les tâches (ICC compris entre 0,75 et 0,99). Les erreurs standard de mesure étaient également bonnes ($\text{SEM} < 5^\circ$) pour l'ensemble des DDL calculés sur les quatre tâches. La comparaison des données angulaires (ROM et angles maximaux) à celles de la population saine met en évidence un défaut d'extension de coude, un défaut de supination et un excès de flexion de poignet chez les enfants atteints de PCu.

Discussion et Conclusion. Cette étude montre une très bonne faisabilité et une excellente reproductibilité intra-jour de ce protocole d'analyse 3D bimanuel chez les enfants atteints de PCu. La reproductibilité de ces tâches bimanuelles est aussi bonne voire meilleure que celle décrite dans la littérature lors de tâches unimanuelles [2]. Ce protocole d'analyse 3D réalisé en situation bimanuelle met bien en évidence des différences cinématiques entre les enfants PCu et la population saine. La reproductibilité inter-jour et la sensibilité au changement de ce protocole seront étudiées dans une future étude afin de déployer son utilisation en routine clinique, de cibler au mieux les thérapeutiques et d'en évaluer les efficacités.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Wu et al., 2005, ISB recommendation on definitions of joint coordinate systems of various joints for the reporting of human joint motion—Part II : shoulder, elbow, wrist and hand. J Biomech.2005 May ;38(5) :981-992.
- [2] Jaspers et al. Three-dimensional upper limb movement characteristics in children with hemiplegic cerebral palsy and typically developing children. Res Dev Disabil.2011 Nov-Dec ;32(6) :2283-94.

Spastic cocontraction, spasticity and impairment of motor function during active elbow extension in adults with hemiparesis.

Alexandre Chalard, David Amarantini, Joseph Tisseyre, Philippe Marque, Jessica Tallet, David Gasq.

ToNIC, Toulouse NeuroImaging Center, Université de Toulouse, Inserm, UPS, France.

Introduction. Muscle overactivity, including spasticity and spastic cocontraction, is an involuntary motor unit recruitment participating in the spastic paresis syndrome after cerebral injury such as stroke. Spasticity is defined as velocity-dependent increase in tonic stretch reflexes. Spastic cocontraction (SCC), as assessed by muscle cocontraction, refers to increased antagonist muscles recruitment triggered by the volitional command of agonist muscles in the absence of phasic stretch. It is yet to thoroughly understand the link between spasticity and SCC, and the impact of SCC on motor function in adults with acquired hemiparesis has been only sparsely and indirectly studied to date. This study aimed at i) to clarifying the link between spasticity and SCC in adults with acquired hemiparesis, and ii) to studying the contribution of spasticity and SCC of elbow flexors to the limitation of active elbow extension.

Matériel et Méthodes. Ten adults with acquired hemiparesis and ten healthy participants performed active elbow extensions at spontaneous speed, followed by elbow isometric extension contractions at 25% and 60% of their maximal voluntary contraction. Surface EMG from elbow flexors and extensors was used to compute the index of cocontraction (ICC) on the paretic limb in hemiparetic patients and on the dominant side in control participants. Spasticity with Tardieu scale, limitation of active elbow extension, and upper extremity Fugl-Meyer Assessment (FMA-UE) score were obtained in hemiparetic participants. Non-parametric Spearman correlations were performed to investigate the relationship between ICC and i) limitation of active elbow extension, ii) elbow flexors spasticity and iii) FMA-UE.

Résultats. Our results showed significant greater cocontraction in three hemiparetic patients compared with controls, and significant associations between cocontraction and i) active elbow extension limitation ($r_s = 0.81$, $p < 0.001$) and iii) Fugl-Meyer Assessment score ($r_s = -0.53$, $p = 0.017$) in hemiparetic patients. No significant correlation was found between spasticity and active elbow extension limitation.

Discussion et Conclusion. Our results showed the absence of correlation between spasticity and active elbow extension, but a significant association between cocontraction and active elbow extension. These findings allow to conclude that spasticity is an inappropriate marker of muscular overactivity during active movement in hemiparetic patients. Our results are the first to show that SCC directly contributes to elbow extension deficit in adults with acquired hemiparesis, and further confirm that spasticity and SCC have different functional repercussions and different underlying mechanisms with regards to impaired motor function. Our results showed a significant negative association between cocontraction and FMA-UE, with a moderate r_s value of -0.53 . This result highlights that impaired motor selectivity is one of the mechanisms leading to greater SCC, detrimental to active motricity. Conclusion : Our findings support the conclusion that spastic cocontraction, rather than spasticity, has significant functional repercussions on impaired active motor function in hemiparetic adults. Therapeutic innovations should be directed toward reduction of spastic cocontraction to improve motor function in acquired hemiparesis.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Persistance des stratégies d'adaptation du membre inférieur lors de la marche après reconstruction du ligament croisé antérieur chez l'enfant.

Emmanuelle Poinot, Monica Ursei, Franck Accadbled, Marino Scandella, Jérôme Briot, Gorka Knorr, Jérôme Sales de Gauzy.

Service d'Orthopédie, Hôpital des Enfants, Toulouse, France.

Introduction. La lésion du ligament croisé antérieur (LCA) est une pathologie fréquente chez le patient adulte et avec une incidence en augmentation pour la population pédiatrique, car les enfants sont plus impliqués dans des sports de contact et des meilleurs outils de diagnostic (IRM) sont disponibles. Des modifications du schéma de marche en lien avec l'instabilité antérieure du genou ont été décrites. L'objectif de cette étude est d'analyser la présence de ces anomalies de la marche après la reconstruction chirurgicale du ligament croisé antérieur.

Matériel et Méthodes. La cinématique de la marche de 34 enfants (8 filles, 26 garçons) avec une lésion du LCA a été analysée en pré- et en post-opératoire. L'âge moyen au moment de la chirurgie était de 13,9 ans. Les données cinématiques de la marche ont été comparées avec un groupe contrôle de 31 patients sains (âge moyen de 10 ans). Le suivi moyen en post-opératoire était de 24 mois. Nous avons analysé la cinématique de la hanche, du genou et de la cheville pendant plusieurs moments d'un cycle de marche (CM) : au contact initial, en milieu d'appui (25

Résultats. Au dernier recul, tous les patients étaient asymptomatiques et pouvaient pratiquer des activités sportives sans douleurs. Plusieurs anomalies de la marche persistaient après la chirurgie : flexion plantaire de la cheville au contact initial ($-3.2^{\circ} \pm 2.4$ en groupe LCA vs 0.8 ± 3.5 en groupe contrôle, $p=0,0002$), extension augmentée du genou ($2.3^{\circ} \pm 3.4$ en groupe LCA vs $5.9^{\circ} \pm 3.6$ en groupe contrôle, $p<0,01$) et flexion diminuée de hanche ($28.3^{\circ} \pm 4.8$ vs $31.5^{\circ} \pm 5.3$, $p<0,05$)

Discussion et Conclusion. Pendant un cycle de marche, les enfants avec une reconstruction chirurgicale du LCA gardaient des anomalies cinématiques : flexion plantaire à l'attaque du pas, extension accrue du genou et flexion diminuée de hanche. Ces anomalies persistaient après la reconstruction du LCA, même en absence de gêne fonctionnelle. Cette étude a été réalisée uniquement sur des enfants qui avaient une limitation fonctionnelle en préopératoire, il est nécessaire de poursuivre cette analyse sur des patients sans manifestation clinique liée à la lésion du LCA.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

Tamires L Tellini , Lima KO, Alouche SR, Bagesteiro LB-Compliant surface after ACL reconstruction and its effects on gait, *Acta Scientiarum* , Jul-Dec 2013, v. 35, p. 237-242

Edward M. Wojtis, Ashley M. Brower-Anterior Cruciate Ligament Injuries in the Prepubescent and Adolescent Athlete, *J Athl Train* 2010, Sep-Oct ; 45(5) : 509-512

Gao B, Cordova ML, Zheng NN-Three-dimensional joint kinematics of ACL-deficient and ACL-reconstructed knees during stair ascent and descent. *Human Movement Science*, 2012,31,1, p 222-235.

Bulgheroni P, Bulgheroni MV, Andrini L, Guffanti P, Giughello A- Gait patterns after anterior cruciate reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 1997 ;5,1, p 14-21.

Hicks JL, Schwartz MH, Delp SL-Modelling and simulation of normal and pathological gait. In *The identification and treatment of gait problems in cerebral palsy*. 2nd edition. James R Gage, Michael H Schwartz, Steven E Koop and Tom F Novacheck, Mac Keith Press : 285-288.

Stratégies d'adaptation de la cheville et du pied dans l'instabilité antérieure du genou chez l'enfant.

Monica Ursei¹, Franck Accadbled¹, Marino Scandella¹, Gorka Knorr¹, Caroline Munzer², Jérôme Sales de Gauzy¹.

¹Service d'Orthopédie, Hôpital des Enfants, Toulouse, France ; ²Hôpital des Enfants, Toulouse, France.

Introduction. La rupture du ligament croisé antérieur (LCA) représente une pathologie fréquente dans la population adulte, qui a comme conséquence l'instabilité et le risque de dégénérescence prématurée du genou. Plusieurs études ont montré des modifications de la marche chez l'adulte. Considérée longtemps une pathologie rare chez l'enfant, l'incidence de la rupture du LCA augmente progressivement, car les enfants sont plus impliqués dans des activités sportives et des examens spécifiques (IRM) sont plus disponibles, facilitant le diagnostic. L'objectif de notre étude était d'évaluer les modifications de la marche des enfants avec une lésion du LCA, et surtout les adaptations de la cheville et du pied à l'instabilité du genou.

Matériel et Méthodes. Nous avons étudié 47 patients (14 filles, 33 garçons) âgés de 9 à 17ans (âge moyen 14,1) avec une lésion unilatérale du LCA, confirmée par IRM et traitée initialement par immobilisation et rééducation. Tous les patients étaient symptomatiques, avec sensation d'instabilité du genou. Chaque patient a réalisé une analyse quantifiée de la marche (AQM) et nous avons analysé la cinématique de la cheville (en appui et en phase oscillante) et la progression plantaire. Les données des patients ont été comparées à la référence de notre laboratoire et aussi aux valeurs d'un groupe de 37 enfants sains (analyse statistique test t).

Résultats. Par rapport à la référence du laboratoire : la cheville était en flexion plantaire (FP) à l'attaque du pas pour 41 patients. La flexion dorsale (FD) du pied était diminuée pour 39 patients en phase d'appui. La progression plantaire en rotation externe augmentée a été notée pour 23 patients en phase d'appui et pour 38 patients en phase oscillante. Par rapport au groupe des patients sains : les enfants avec lésion du LCA marchent avec FP à l'attaque du pas ($3.43^{\circ} \pm 3.5$ vs $0.74^{\circ} \pm 3.6$, $P < 0.05$) et FD diminuée en phase d'appui ($3.43^{\circ} \pm 3.5$ vs $0.74^{\circ} \pm 3.6$, $P < 0.05$). Pour le reste des paramètres il n'y avait pas de différence significative.

Discussion et Conclusion. Les enfants présentant une instabilité antérieure du genou ont des compensations au niveau de la cheville et du pied qui permettent une meilleure stabilisation du genou. La compréhension de ces adaptations pourrait être utile dans le traitement de cette pathologie.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- Tamires L Tellini, Lima KO, Alouche SR, Bagesteiro LB-Compliant surface after ACL reconstruction and its effects on gait, *Acta Scientiarum* , Jul-Dec 2013, v. 35, p. 237-242
- Edward M. Wojtys, Ashley M. Brower-Anterior Cruciate Ligament Injuries in the Prepubescent and Adolescent Athlete, *J Athl Train* 2010, Sep-Oct ; 45(5) : 509-512
- Gao B, Cordova ML, Zheng NN. Three-dimensional joint kinematics of ACL-deficient and ACL-reconstructed knees during stair ascent and descent. *Human Movement Science*, 2012, 31,p 222-235.
- Bulgheroni P, Bulgheroni MV, Andrini L, Guffanti P, Giughello A- Gait patterns after anterior cruciate reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 1997 ; 5,1, p 14-21.
- Hicks JL, Schwartz MH, Delp SL-Modelling and simulation of normal and pathological gait. In *The identification and treatment of gait problems in cerebral palsy*. 2nd edition. James R Gage, Michael H Schwartz, Steven E Koop and Tom F Novacheck, Mac Keith Press : 285-288.

Communications affichées

P1. Etude de l'effet d'un traitement ostéopathique sur le swing du golfeur confirmé.

Jean-Baptiste Beghain¹, Baptiste Linari¹, Denis Ducommun².

¹*Institut Toulousain d'Ostéopathie, Labège, France* ; ²*ITO, AGEIS, Université Grenoble Alpes, Grenoble, France.*

Introduction. L'objectif de cette étude était d'évaluer les effets d'un traitement ostéopathique sur deux descripteurs essentiels du swing chez le golfeur de bon niveau, (1) l'amplitude maximum rotatoire en degrés lors du backswing (AB) et (2) la vitesse du club en km/h à l'impact(VC).

Matériel et Méthodes. Population : une population de 82 golfeurs de compétition (60 hommes, 22 femmes, index de classement inférieur à 15) a été incluse dans l'étude. Nous avons créé 2 groupes équilibrés en genre et en index, un traité, un témoin, par randomisation en bloc. A t0, nous avons mesuré les 2 descripteurs étudiés lors de 20 swings pour chacun des sujets inclus dans l'étude au moyen d'un capteur de mouvement embarqué (Zepp®) : accéléromètres et gyroscope 3D ; fixé au gant du joueur). Dans le groupe traité, 2 séances d'ostéopathie ont été pratiquées (traitement des dysfonctions articulaires et musculaires de l'axe vertébral et des 4 membres), elles étaient espacées d'une semaine. A t1, 2 semaines après t0, les mesures des 2 descripteurs ont été réitérées dans les mêmes conditions que pour t0.

Résultats. La fiabilité et la reproductibilité intra session de nos mesures ont été étudiées par le calcul du coefficient de corrélation intra classe (ICC) de nos 2 descripteurs et par l'analyse des graphiques de Bland et Altman et de leurs limites d'agrément, pour 20 swings chez 20 sujets : ICC AB = 0.95 ; ICC VC = 0.88. Nous avons étudié les différences de moyenne de nos 2 descripteurs dans nos 2 groupes. A t0, il n'existe pas de différence significative pour AB et VC ($p > 0.05$) entre les deux groupes. Pour le groupe témoin, il n'existe pas de différence significative pour AB et VC ($p > 0.05$) entre t0 et t1. Pour le groupe traité : il existe une différence très significative entre t0 et t1 pour AB et VC ($p < 0.01$), dont les valeurs augmentent. Cette différence est plus importante chez les hommes que chez les femmes ($p < 0.05$).

Discussion et Conclusion. Nos résultats montrent qu'un traitement ostéopathique, par son effet sur le système musculo squelettique, permet d'améliorer significativement les performances du swing chez le golfeur confirmé.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- Blackwell J. & Cobb KM. & Thompson C. Functionnal training improves club head speed and functionnal fitness in order golfer. *Journal of strenght and conditioning research*, 21 (1), 2007, p131-37.
- Fradkin AJ et al. Describing the epidemiology and associated age, gender and handicap comparisons of golfing injuries *International journal of injury control and safety promotion*, vol 14, n°4, December 2007, p264-66.
- Fradkin, Cameron, Gabbe, 2007, Is there an association between self-reported warm-up behaviour, *Journal of science and medicine in sport*, 10(1), 2007, p66-71.
- Floyer-Lea, Matthews, Distinguishable brain activation networks for short and long term motor skill learning, *Journal of Neurophysiology*, 94 (1), 2005, p512-518.

P2. Effet de l'Entrainement Sportif sur l'Inhibition ou la Facilitation des Motoneurones alpha.

Mustapha Ben Cheikh.

Laboratoire de Génie Biologique.

Introduction. Suite au diamètre large de ses afférences Ia et à celui petit de ses axones moteur alpha, le muscle soléaire reste très adapté pour la mesure et l'étude du réflexe H de Hoffmann. De plus, il est admis que cette réponse réflexe H est liée à l'activation des unités motrices lentes et que le muscle soléaire est composé principalement de fibres lentes et donc d'unités motrices lentes. Aussi des études portant sur les adaptations à l'effort physique chez le rat ont mis en évidence la relation entre l'amplitude de H et la proportion de fibres lentes du soléaire.

La présente étude cherche par la mesure de ce réflexe à estimer l'excitabilité des motoneurones et montrer l'effet de l'entraînement sur l'efficacité de la transmission synaptique Ia-MN.

Matériel et Méthodes. Cette exploration a intéressé 56 sportifs (athlètes, athlètes endurants, footballeurs et nageurs endurants), on a pu mesurer au niveau des soléaires : les amplitudes maximales de H et de la réponse motrice M grâce à un électromyographe, la puissance grâce à un tapis de Bosco et la force maximale grâce à un appareil de musculation spécifique.

Résultats. Les résultats ont montré que les amplitudes Hmax sont plus faibles chez les sprinteurs qui produisent plus de puissance et de force au niveau des jambes que chez les endurants qui ont une capacité de recruter plus les MN en réponse à la volée afférente Ia.

Discussion et Conclusion. Ceci suggère que l'entraînement provoque une adaptation neuronale au niveau spinal permettant les modifications de Hmax, ce qui laisse penser que la dépression H pourrait être liée à une inhibition pré-synaptique conduisant à un décrement des apports excitateurs provenant des afférences Ia et probablement aussi à une diminution de l'excitabilité des motoneurones alpha. Ainsi, en modifiant Hmax, l'entraînement permet d'engendrer des changements au niveau des fibres musculaires qui affectent les performances en force et explosivité.

L'entraînement modifie l'excitabilité des motoneurones alpha et permet probablement l'inhibition (anaérobie) ou la facilitation (endurance) au niveau synaptique Ia-MN ce qui engendre d'éventuelles modifications myotypologiques. En effet, le réflexe de Hoffmann pourrait être utile pour le suivi et la personnalisation des entraînements sportifs.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- Casabona, A., Polizzi, M., Percivalle, V. Differences in H-reflex between athletes trained for explosive contractions and non-trained subjects. *Eur. J. Appl. Physiol.* 1990.
- Moir G., Shastri P., et al. Intersession Reliability of Vertical Jump Height in Women and Men. *Journal of Strength & Conditioning Research.* 2008.
- Pierre Samozino. Capacités mécaniques des membres inférieurs et mouvements explosifs. Approches théoriques intégratives appliquées au saut vertical. Doctorat Motricité Humaine et Handicap. Laboratoire de Physiologie de l'Exercice, 2009.
- Pyndt HS, Nielsen JB. Modulation de la transmission dans les voies Ia afférences cortico et de groupe à motoneurones soléaires pendant le vélo. *J Neurophysiol.* 2003.
- Riann M. Palmieri ; Christopher D. Ingersoll ; Mark A. Hoffman. The Hoffman Reflex :Methodologic Considerations and Applications for Use in Sports Medicine and Athletic Training Research. *Journal of Athletic Training,* 2004.
- Zehr EP. Considerations for use of the Hoffmann reflex in exercise studies. *Eur J ApplPhysiol.* 2002.

P3. Comparison of FAP scores with the use of safety footwear and regular walking shoes.

Daniel Benjamin.

GRESPI Reims.

Introduction. Gait analysis has been used for the assessment of gait-related disabilities and to provide detailed information. The gait characteristics of a healthy adult population have often been utilised to evaluate and monitor a subject's walk and patterns. This paper summarises a study that aims to compare the Functional Ambulation Performance (FAP) scores in male subjects wearing safety shoes versus regular walking shoes (RWS).

Matériel et Méthodes.

Participants walked with RWS along the GAITRite electronic walkway 30 times in self-selected speed and were analysed by the FAP; the subjects then repeated the same procedure with safety footwear. The data were then gathered in test groups containing 15 measured walks enabling the research team to establish an accurate and average FAP score for each test group. A descriptive statistic for the collected data was performed to determine the gait variables of the FAP score. Walking velocity, step and stride length, step and stride time, and step width among other measures were collected by the GAITRite system and analysed in this research.

Résultats. Results show a slightly lower FAP score for test subjects walking with safety footwear and the parameters mainly affected were the step length and the stride length.

Paper published in : Theoretical Issues in Ergonomics Science, 2017, 18(6) : 631-642, doi :10.1080/1463922X.2016.1260180.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

P4. Intérêt de la posturologie dans la mise en condition opérationnelle des unités de combat.

Pascal Bonnichon¹, Cédric Roqueplo², Olivier Aoun³.

¹Posturologue clinicien, 68 310 Wittelsheim ; ²Vétérinaire en chef, épidémiologiste, 5ème Centre médical des armées Strasbourg ; ³Médecin en chef, 5ème Centre médical des armées Strasbourg.

Introduction. Les militaires, particulièrement les fantassins, sont soumis à un important stress physique lié à l'entraînement intense et au port de charges lourdes durant les opérations à pied. Les traumatismes musculo-squelettiques représentent ainsi le problème de santé le plus rapporté chez les soldats¹⁻⁶. Nos objectifs étaient de décrire les principaux troubles musculo-squelettiques et anomalies posturales chez les fantassins, puis d'évaluer l'efficacité des semelles posturologiques sur mesure sur les douleurs musculo-squelettiques.

Matériel et Méthodes. Du 24 janvier 2007 au 29 février 2012, nous avons mené une étude posturologique prospective et descriptive au sein de régiments d'infanterie dans le Nord-Est. Tous les fantassins présentant une douleur musculo-squelettique subaiguë ou chronique ont été inclus. L'efficacité des semelles a été évaluée à six mois en utilisant le questionnaire modifié de Dallas pour la douleur.

Résultats. Nous avons inclus 1000 patients de sexe masculin avec une moyenne d'âge de 25 ans (18-44). La répartition en fonction des grades était : 19 officiers (19%), 115 sous-officiers (11,5%) et 866 militaires du rang (86,6%). La lombalgie (65,7%), la gonalgie (65,6%) et la plantalgie (34,1%) étaient les plaintes les plus signalées. Les patients avec une asymétrie des membres inférieurs avaient un risque 9 fois plus élevé de développer une lombalgie ($p < 0,00001$). A 6 mois, 700 (70%) et 192 (19,2%) patients étaient respectivement complètement ou partiellement soulagés.

Discussion et Conclusion. Notre étude était la première de ce type effectuée chez les soldats français. La lombalgie était fortement associée à l'asymétrie des membres inférieurs indépendamment de l'importance de cette dernière. Dans presque 90% des cas, les semelles posturologiques ont permis une amélioration de la qualité de vie et une récupération plus rapide sur le plan de l'activité physique permettant la réduction du nombre de consultations, des exemptions sportives et des arrêts de travail.

Cette étude originale a montré que la posturologie clinique, s'avère être une approche utile et innovante dans la prise en charge globale des soldats souffrant de troubles musculo-squelettiques.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

Aoun O, Roqueplo C, Rapp C. Spectrum and impact of health problems during deployment : a prospective multicenter study of French soldiers operating in Afghanistan, Lebanon and Côte d'Ivoire. *Travel Med Infect Dis.* 2014;12 :378-84.

Cohen SP, Kapoor SG, Nguyen C, Anderson-Barnes VC, Brown C, Schiffer D, Turabi A, Plunkett A. Neck pain during combat operations : an epidemiological study analyzing clinical and prognostic factors. *Spine* 2010 ; 35 : 758-63.

Konitzer LN, Fargo MV, Brining TL, Reed M. Association between back, neck and upper extremity musculoskeletal pain and the individual body armor. *Journal of hand therapy* 2008 ; 21 : 143-8.

Roy TC. Diagnoses and mechanisms of musculoskeletal injuries in an infantry brigade combat team deployed to Afghanistan evaluated by the brigade physical therapist. *Mil Med* 2011 ; 176 : 903-8.

Foulkes GD. Orthopedic casualties in an activated National Guard Mechanized Infantry Brigade during Operation Desert Shield. *Mil Med* 1995 ; 160 : 128-31.

Strowbridge NF, Burgess KR. Sports and training injuries in British soldiers : the Colchester Garrison Sports Injury and Rehabilitation Centre. *Journal of the Royal Army Medical Corps* 2002 ; 148 : 236-43.

P5. L'arthrose de cheville et ses traitements chirurgicaux : Impact sur la biomécanique du membre inférieur. Une revue de la littérature.

Paul-André Deleu^{1,2}, Jean-Luc Besse^{1,3}, Raphaël Dumas¹, Thibaut Leemrijse², Laurence Chêze¹.

¹*Univ Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, IFSTTAR, LBMC UMR T9406, F69622, France* ; ²*Foot & Ankle Institute, Bruxelles, Belgique* ; ³*Orthopaedic and traumatologic surgery department, Centre Hospitalier Lyon-Sud, F69495, France.*

Introduction. L'arthrose de cheville est une dégénérescence progressive du cartilage qui est caractérisée par des douleurs sévères, une perte d'autonomie et de qualité de vie, une déficience fonctionnelle et une diminution des capacités physiques à réaliser les activités de la vie quotidienne dans sa forme terminale. L'objectif de la présentation est de réaliser une revue de la littérature traitant de l'impact de l'arthrose de cheville et de ses traitements chirurgicaux sur la biomécanique du membre inférieur.

Matériel et Méthodes. Une recherche des articles en anglais et en français publiés entre janvier 2000 et mars 2017 a été menée sur la base de données Medline avec les mots clefs suivants : «((ankle OR tibiotalar joint) AND (osteoarthritis OR arthritis)) AND (gait OR walk) AND (spatiotemporal OR kinetic OR kinematic OR plantar pressure OR EMG)».

Résultats. La synthèse des articles montre que les sujets avec une arthrose de cheville présentent une diminution de la mobilité du complexe articulaire de la cheville. Ils adoptent une marche antalgique qui est asymétrique et caractérisée par une diminution de la vitesse de la marche, et de la longueur des pas ainsi que par des phénomènes de co-contractions musculaires anormales entre le muscle tibial antérieur et les gastrocnémiens afin de soulager la cheville par « une ankylose dynamique ». Bien que les données spatio-temporelles se soient significativement améliorées suite à une arthrodèse, cette intervention nécessite néanmoins de compenser la perte de mobilité par une augmentation de la mobilité au niveau du genou et du médiopied. A l'inverse de l'arthrodèse, la prothèse permet de restaurer une marche dite plus « physiologique » nécessitant moins de compensation des articulations voisines.

Discussion et Conclusion. L'analyse et la compréhension fonctionnelle de l'arthrose de cheville et de ses traitements chirurgicaux doit être affinée et poursuivie. L'origine de l'arthrose ainsi que les déformations ostéo-articulaires associées sont peu rapportées dans les études, celles-ci sont pourtant indispensables pour la compréhension de la pathologie et de ses traitements. Malgré l'existence de modèles biomécaniques plurisegmentaires du pied, la majorité des études se limite à simplifier le pied en un seul segment rigide entravant l'identification des phénomènes de compensation au niveau des articulations intrinsèques du pied. Conclusion : Notre revue de la littérature montre une tendance à de meilleurs résultats fonctionnels après une prothèse de cheville plutôt qu'après une arthrodèse. Cependant, ces résultats fonctionnels restent inférieurs en comparaison à un groupe de sujets sains. Concernant le choix de l'arthrodèse par rapport à la prothèse, seule une analyse prospective multicentrique faite à partir d'une grille commune peut permettre d'apporter, non pas une réponse à cette question, mais des éléments prédictifs sur la capacité fonctionnelle d'un sujet à tolérer l'une des deux procédures.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

P6. Nouvelle méthode de calcul des scores de déviation de la marche dans l'hémiplégie.

Omar Galarraga¹, Cédric LLorca², Adrien Le Saux¹, Farid Hareb³.

¹CR Coubert (UGE CAM IDF); ²Université Paris Sud; ³Clinique Les Cadrans Solaires (FSEF).

Introduction. Le Gait Deviation Index (GDI) [1] et le Gait Profile Score [2] sont deux scores très utilisés pour mesurer l'évolution d'une maladie ou l'effet d'un traitement à partir des données d'analyse quantifiée de la marche (AQM). Le calcul de ces scores est basé sur des distances à des cycles de marche de référence (non pathologique) normalisés sans prendre en compte l'information temporelle et ne sont pas forcément adaptés à la marche hémiplégique [3], où paradoxalement ces scores sont souvent « meilleurs » du côté de l'atteinte. L'objectif de ce travail est de proposer une méthode de calcul de ces scores pour les rendre invariants aux compensations temporelles, notamment à la durée de la phase d'appui (DPA).

Matériel et Méthodes. Les données d'AQM de 36 patients atteints d'hémiplégie suite à un accident vasculaire cérébral (AVC) ont été considérées. D'abord nous avons calculé les corrélations entre le GDI, le GPS et la DPA pour mesurer l'influence de cette compensation sur ces scores. Ensuite, nous proposons une nouvelle façon de calculer ces scores pour corriger la compensation de rallongement de la DPA du membre non hémiplégique (MNH) par une normalisation des courbes cinématiques en phases du cycle de marche. La phase d'appui a été normalisée à 31 points et la phase d'oscillation à 20 points avant de calculer à nouveau les scores.

Résultats. Les GDI moyens sont de 78 et 81 pour les membres hémiplégiques (MH) et les MNH respectivement, et les GPS moyens sont de 11° pour les MH et 9° pour les MNH. 30% et 23% des MNH ont respectivement un GDI et un GPS plus faible que les MH associés. La corrélation par rapport à la DPA est de -0,7 pour le GDI et de 0,7 pour le GPS pour les MNH, et pratiquement nulle pour les MH.

Après correction (c) de la normalisation par phases du cycle, les GDIC et GPSc moyens sont respectivement 88 et 8° pour les MNH, avec des différences significatives par rapport aux scores originaux ($p < 0,01$). Les corrélations par rapport à la DPA passent à -0,4 pour le GDIC et à 0,4 pour le GPSc. Pas de différence significative entre les scores originaux et corrigés pour les MH. Les pourcentages des scores MNH plus faibles que les MH associés passent à 12% pour le GDIC et à 6% pour le GPSc.

Discussion et Conclusion. L'absence de corrélation entre les scores des MH et la DPA et la forte corrélation pour les MNH suggèrent que le GDI et le GPS peuvent être utilisés pour analyser uniquement les MH et non les MNH [3].

La méthode de calcul des scores proposée diminue significativement l'influence de la DPA sur ces scores pour les MNH et permet d'éteindre l'utilisation de ces scores aux deux membres dans la marche hémiplégique post-AVC.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Schwartz et Rozumalski, The gait deviation index, Gait Posture, 2008.
- [2] R. Baker et al., The Gait Profile Score, Gait Posture, 2009.
- [3] Correa et al., Reliability of the GDI in post-stroke, Gait Posture, 2017.

P7. L'ingestion diurne de la mélatonine n'affecte pas la stabilité posturale, la locomotion et les performances cognitives dans un environnement chaud et modéré.

Hammouda Omar¹, Rouis Majdi², Termoz Nicolas¹, Driss Tarak¹.

¹Centre de Recherche sur le Sport et le Mouvement (CeRSM), UFR STAPS, UPL, Univ Paris Nanterre, France ;

²High Institute of Sport and Physical Education, Manouba University, Ksar-Saïd, Tunis, Tunisia.

Introduction. La mélatonine (MEL) est une hormone fortement impliquée dans la régulation des rythmes biologiques. Des études antérieures ont testé son efficacité dans le processus de thermorégulation au cours de l'exercice physique (McLellan et al., 2000 ; Atkinson et al. 2005a) mais aussi son impact lors de tâches de maintien postural (Fraschini et al., 1999) ou d'évaluation des performances cognitives (Jones, 2001). Cependant, il ressort de ces études quelques résultats contradictoires. L'objectif de cette étude était donc d'explorer l'effet de l'ingestion diurne de MEL sur la stabilité posturale et les performances psycho-cognitives dans un environnement chaud et modéré.

Matériel et Méthodes. Seize hommes physiquement actifs (28,5±5 ans ; 77,4±19,2 kg ; 172±4,7 cm) ont participé à la présente étude. Deux sessions de tests ont eu lieu à une température modérée (23±0,4°C) et deux autres à une température élevée (37±0,3°C). Dans chacune des conditions thermiques, les participants ont ingéré 5mg de MEL ou de placebo (PLA) de façon randomisée. Différents paramètres ont été mesurés (i.e., température tympanique et cutanée, temps de réaction simple et au choix, Indice de Hooper, et stabilité posturale statique et locomotion sur tapis roulant (FDM-THM-S, Zebris-Medical-GmbH).

Résultats. Concernant les données posturales, nos résultats ne révèlent aucun effet significatif de l'ingestion de MEL (effet Traitement) ou de la condition thermique (effet Condition) sur le déplacement du centre de pression. Les paramètres locomoteurs montrent un effet Condition significatif pour le pourcentage de la réponse de charge ($F(1,15)=4,70$; $P<0,05$) et du pourcentage de la pré-oscillation ($F(1,15)=4,98$; $P<0,05$). Le post-hoc révèle une diminution significative de ces paramètres à 37°C par rapport à 23°C avec le PLA. En outre, les résultats ne montrent pas d'effet Traitement sur les performances psycho-cognitives malgré une légère diminution de la température cutanée vers la 20ème minute de l'ingestion de MEL.

Discussion et Conclusion. Nos résultats confirment que l'ingestion de MEL et/ou l'exposition à l'hyperthermie semble ne pas avoir d'effet délétère sur les différentes composantes du contrôle postural statique, la locomotion ainsi sur les performances psycho-cognitives. Ces résultats corroborent certaines études ayant montré que l'ingestion de MEL n'affecte pas la stabilité posturale (Otmani et al., 2012), le temps de réaction (Otmani et al., 2008) et la vigilance (Atkinson et al., 2005b) chez des sujets sains. En conclusion, l'ingestion de 5 mg de MEL dans le cadre des études sur la thermorégulation pourrait présenter une stratégie efficace pour diminuer la température corporelle (i.e., retarder la fatigue centrale) sans pour autant affecter les performances psycho-cognitives, la stabilité posturales et la locomotion.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Atkinson, G., Holder, A., Robertson, C., Gant, N., Drust, B., Reilly, T., Waterhouse, J. (2005a). Effects of melatonin on the thermoregulatory responses to intermittent exercise. *Journal of Pineal Research*, 39 :33-59.
- [2] Atkinson, G., Jones, S., Edwards, J., Waterhouse, M. (2005b). Effects of daytime ingestion of melatonin on short-term athletic performance. *Ergonomics*, 48 :1512-1522.
- [3] Fraschini, F., Cesarani, A., Alpini, D., Esposti, D., Stankov, B.M. (1999) Melatonin influences human balance. *Biol Signals Recept*, 8(1-2) :111-9.
- [4] Jones, H. (2001). The effect of daytime ingestion of melatonin on human performance (Doctoral dissertation, Dissertation, Liverpool John Moores University, Liverpool).

P8. Effet d'un entraînement combiné de force et d'endurance couplé à une supplémentation en noix sur les performances cognitives et l'équilibre postural en double tâche chez des personnes âgées.

Anis Kamoun¹, Abdelmonem Yahia^{1,2}, Omar Hammouda³, Rami Maaloul², Rim Fakhfekh^{1,2}, Sameh Ghroubi^{1,2}, Tarak Driss³, Nizar Souissi⁴, Mohamed Habib Elleuch^{1,2}.

¹Unité de recherche de l'évaluation des pathologies de l'appareil locomoteur, université du Sud, UR12ES18, 3000 Sfax, Tunisie ; ²Service de Médecine Physique, CHU Habib Bourguiba, Sfax-Tunisie ; ³Centre de Recherches sur le Sport et le Mouvement (CeRSM), UFR STAPS, UPL, Univ Paris Nanterre, France ; ⁴Observatoire National du Sport, Tunis, Tunisie.

Introduction. Le vieillissement est caractérisé par une altération des fonctions sensorimotrices et cognitives susceptible de causer des difficultés d'équilibre postural et augmenter le risque de chute. De plus, le processus de vieillissement est associé à une diminution progressive de la sécrétion de mélatonine (N-acétyl-5-méthoxytryptamine), qui provoque un déficit de la mémoire à court terme induisant des troubles vestibulaires et de l'équilibre. L'objectif de cette étude était d'étudier les effets d'un entraînement combiné (force et endurance) couplé à une consommation en noix sur les performances cognitives et l'équilibre postural chez des personnes âgées.

Matériel et Méthodes. 20 participants âgés, de sexe masculin (66,7±2,8 ans ; 169,0±3,8 cm ; 73,7±5,2 kg) ont été répartis en deux groupes d'une façon randomisée : Entraînement+Noix (GEN, n=10) ; Entraînement (GE, n=10). Le protocole expérimental consistait à réaliser deux sessions d'évaluation (Pré et post-entraînement) et un entraînement combiné de force et d'endurance (trois séances/semaine) pendant six semaines couplé à une consommation de 15 g de noix par jour. Lors de chaque session d'évaluation, un test cognitif (Montreal Cognitive Assessment : Moca) et des mesures de stabilité statique bipodale en double tâche (compter de 0 en ajoutant 7 à chaque fois) dans les deux conditions (yeux ouverts, YO ; yeux fermés, YF) sur (plateforme de force SATEL®) ont été effectués.

Résultats. L'analyse statistique a montré une amélioration du score du Moca test chez le GEN par rapport au GE (F=55,14, P<0,001). Concernant l'équilibre postural, les résultats ont montré une diminution de CoPx (25,24%) et CoPy (14,31%) du GEN et de CoPx (6,8%) et CoPy (3,8%) du GE dans la condition YO. De plus, la différence entre GEN et GE pour CoPx et CoPy est significative dans la condition YO (F=9,4, P=0,007 ; F=5,42, P=0,032, respectivement). Dans la condition YF, CoPx et CoPy du GEN ont diminué (16,83% et 15,62%, respectivement). De plus, les résultats montrent une différence significative entre GEN et GE pour CoPx (F=4,64 ; P=0,045) et qui frôle la significativité pour CoPy (F=4,27, P=0,053).

Discussion et Conclusion. L'entraînement combiné de force et d'endurance couplé à une supplémentation en noix a permis d'améliorer les performances cognitives et l'équilibre postural statique en double tâche chez des personnes âgées. La différence des résultats du GEN comparés à ceux du GE pourrait être expliquée par l'apport bénéfique de la consommation de noix sur l'équilibre postural et les performances cognitives. En effet, l'analyse de la composition des noix montre qu'elles contiennent des taux élevés de mélatonine (3,5±1,0 ng/g) et pouvant augmenter les concentrations sanguines de cette dernière lorsqu'elles sont consommées. Cependant, il a été démontré que la consommation de noix n'a pas d'effet sur les performances cognitives chez de jeunes adultes [1]. La divergence des résultats peut être expliquée par la différence du protocole expérimental et des populations étudiées (âgées vs jeunes).

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie. [1] Pribis, P., Bailey, R.N., Russell, A.A., Kilsby, M.A., Hernandez, M., Craig, W.J. et al. (2012). Effects of walnut consumption on cognitive performance in young adults. Br J Nutr, 107 : 1393-1401.

P9. Comparaison entre un système d'analyse cinématique low-cost et un système inertiel lors d'une analyse de la marche en situation contrainte. Etudes de cas sur un sujet sain et un sujet présentant une coxarthrose.

Audrey Picard, Nicolas Houel.

ESO Paris Recherche.

Introduction. La coxarthrose, est une pathologie dégénérative articulaire entraînant des douleurs et la diminution de l'amplitude articulaire lors de la marche. L'analyse quantitative de la marche (AQM) répond au suivi clinique de la coxarthrose [1]. Ces AQM demeurent souvent limitées par des procédures contraignantes. L'objectif de cette pré-étude était de comparer la précision un système d'analyse cinématique low-cost (C) et une combinaison inertielle (I) Moven (Xsens®) lors d'une AQM afin de différencier la marche d'un sujet sujet sain de celle d'un sujet atteint de coxarthrose.

Matériel et Méthodes. Cette étude a été réalisée chez deux sujets féminins : un sujet sain (âge = 60ans, taille = 168 cm, IMC = 21,96) et un sujet atteint d'une coxarthrose bilatérale, plus marquée du côté droit avec pincement articulaire supéro-externe diagnostiquée par radiographie (âge = 62 ans, taille = 170 cm, IMC = 22,14). Chaque AQM a été réalisée dans un couloir étroit de 2 m de long simulant un environnement clinique contraint. Chaque sujet était équipé de marqueurs et de la combinaison Moven corps entier (Xsens®), 120 Hz). La cinématique 3D des marqueurs était reconstruite à l'aide de quatre caméras low-cost (2 Gopro et 2 Casio Exilim) à l'aide de la méthode DLT double-plan (30 Hz). La cinématique des marqueurs a été utilisée afin de calculer les paramètres de vitesse moyenne du centre de masse et de longueur moyenne du pas. L'erreur de mesure root mean square (RMS) du systèmes d'analyse cinématique a été estimée à 1.8 cm.

Résultats. Pour le sujet sain, les résultats moyens issus de l'AQM semblent similaires entre les deux systèmes d'analyse cinématique et inertiel uniquement pour l'estimation de la vitesse (VitesseC = 0.7 ± 0.17 m.s⁻¹ vs vitesseI = 0.63 ± 0.35 m.s⁻¹; Longueur pasC = 84.65 ± 15.43 cm vs Longueur pasI = 94.30 ± 5.49 cm). Pour le sujet pathologique, Les moyennes de la vitesse et de la longueur de pas présentent des différences de mesures entre les deux systèmes supérieures à l'incertitude de mesure expérimentale du système cinématique (VitesseC = 0.56 ± 0.28 m.s⁻¹ vs vitesseI = 0.36 ± 0.25 m.s⁻¹; Longueur pasC = 92.89 ± 25.72 cm vs Longueur pasI = 85.13 ± 20.04 cm).

Discussion et Conclusion. Si pour le sujet sain, la vitesse moyenne estimée à partir des systèmes d'analyse cinématiques et inertielles semblent présenter des résultats similaires en condition clinique contrainte, la comparaison d'autres variables comme la longueur du pas met en évidence des différences de mesures trois fois supérieures à l'erreur expérimentale issue de l'analyse cinématique pour le patient sain et pathologique. Les erreurs de mesures ne pouvant pas être attribuées exclusivement à l'un des deux systèmes, des études complémentaires devront être réalisées afin de s'assurer de la pertinence de ces outils dans le cadre d'une analyse clinique fine.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

[1] Ornetti P. et al. Analyse de la marche comme critère de suivi dans la coxarthrose ou la gonarthrose : analyse systématique de la littérature. *Revue du Rhumatisme*, 2010, 77 : 372-377.

P10. Traitement par cinématique inverse du modèle conventionnel de marche.

Fabien Leboeuf¹, Morgan Sangeux², Richard Baker¹.

¹University of Salford ; ²The Royal Children's hospital, Melbourne.

Introduction. La Cinématique Inverse, appelée aussi optimisation globale ou encore fitting cinématique est une étape préalable à la simulation musculo-squelettique. Le Modèle Conventionnel de Marche (MCM) [1] ne permet pas d'accéder à ce niveau d'information car ses données reposent sur un traitement par cinématique directe ne respectant pas la constance des longueurs segmentaires. L'effet de la cinématique inverse sur le modèle conventionnel de marche n'est pas clairement examiné. Groen [2] compara le MCM avec le modèle OLGA, lequel rigidifie les segments tout en modifiant les centres et axes articulaires. Plus récemment, Kainz [3] compara le MCM avec le modèle musculo-squelettique d'Opensim [4]. Seulement il perturba le jeu de marqueur du MCM avec l'ajout de marqueurs techniques.

Le but de cette communication est d'examiner l'impact de la cinématique inverse produit par le jeu de marqueurs initial du MCM.

Matériel et Méthodes. 16 sujets sains adultes ont bénéficié d'une analyse quantifiée de marche. La calibration du modèle a été effectuée avec la variante du MCM impliquant le Knee Alignment Device et un marqueur médial de cheville. Les calculs ont été effectués avec le package pyCGM2 [5] lequel fournit un clone open-source du MCM. La rigidification par cinématique inverse repose sur une modélisation à 3 degrés de liberté de chaque articulation. L'algorithme ne privilégie aucun marqueur. Les différences entre les 2 traitements cinématiques ont été quantifiées par des Root Mean Square Difference (RMSD)

Résultats. Dans l'ensemble, les résultats entre les méthodes cinématiques sont similaires. Pour la cinématique la RMSD maximale atteint 1.9 deg pour la dorsiflexion. Au niveau de la dynamique, la RMSD est de 0.05 N.m.Kg⁻¹ pour le moment interne de hanche. La cinématique inverse réduit l'amplitude du varus valgus du genou. Localement, les plus larges différences sont constatées autour de l'instant de décollage du pied.

Discussion et Conclusion. Nos résultats montrent que l'effet des méthodes cinématiques est quasi-similaire sur le MCM. Cependant, la généralisation de ce comportement doit impliquer une plus large cohorte de sujets, par exemple, avec enfants et personnes en surpoids. Si ce résultat se confirme, l'utilisation de la cinématique inverse pourrait devenir la méthode par défaut du MCM. Ce changement permettrait à l'analyse de marche de bénéficier des grandeurs produites par la simulation musculo-squelettique.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Davis et al, Hum. Mov. Sci. 1991 ; 10 :575-587.
- [2] Groen et al. Gait Posture. 2012 ; 35(3) :517-521.
- [3] Kainz et al, Journal of Biomechanics. 2016 ;49(9) : 1658-1669.
- [4] simtk.org
- [5] pycgm2.github.io

P11. Effet du traitement par orthèse plantaire sur le syndrome fémoro-patellaire du coureur à pied.

Yves Lescure, Sébastien Delacroix, Dominique Nuytens, Alain Lavigne.

Institut National de Podologie.

Introduction. Le syndrome fémoro-patellaire (SFP) est la pathologie la plus prévalente dans la course à pied [1]. Il se définit comme un syndrome d'hyperpression latérale [2] et se caractérise par la présence d'une douleur péri-patellaire ou rétro-patellaire. Les données de la littérature [3,4] ont mis en évidence que le SFP était associé à une augmentation de l'adduction et de la rotation interne de hanche. Le traitement du SFP par orthèse plantaire a montré un impact positif sur la douleur et la fonction. En revanche, son fonctionnement et son impact biomécanique sur le membre inférieur demeure très flou [4]. L'objectif de cette étude est d'évaluer les effets d'une orthèse plantaire, type Lavigne, conçue sur mesure et thermoformée, dans le traitement du SFP.

Matériel et Méthodes. 20 patients souffrant d'un SFP depuis au moins 2 mois dans leur pratique de la course à pied ont participé à l'étude. Après un examen clinique rigoureux, une orthèse plantaire d'inversion a été confectionnée sur mesure. Les patients ont répondu à un questionnaire concernant leur douleur antérieure du genou (AKPS) et ont réalisé une analyse quantifiée de la course, sans et avec orthèse, sur tapis roulant à 10 km/h durant 30s. La cinématique a été calculée selon les recommandations de l'ISB.

Résultats. Les principaux résultats montrent une réduction significative ($p < 0.01$) du pic d'adduction de hanche, de la rotation interne de hanche ainsi que du score de l'AKPS.

Discussion et Conclusion. Les résultats biomécaniques de cette étude montrent l'impact intéressant de l'orthèse plantaire d'inversion, type Lavigne, sur les facteurs de risques dynamiques [4]. Une hypothèse est que la réduction de l'adduction et de la rotation interne de hanche entraîne une diminution de l'hyperpression latérale fémoro-patellaire.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. *Sports Med.* août 1992;14(2) :82-99.
- [2] Chen Y-J, Powers CM. Comparison of three-dimensional patellofemoral joint reaction forces in persons with and without patellofemoral pain. *J Appl Biomech.* août 2014;30(4) :493-500.
- [3] Pappas E, Wong-Tom WM. Prospective Predictors of Patellofemoral Pain Syndrome. *Sports Health.* mars 2012;4(2) :115-20.
- [4] Neal BS, Barton CJ, Gallie R, O'Halloran P, Morrissey D. Runners with patellofemoral pain have altered biomechanics which targeted interventions can modify : A systematic review and meta-analysis. *Gait & Posture.* 1 mars 2016;45 :69-82.

P12. High Heeled Gait : Musculoskeletal modeling contribution.

Héla Rhouma¹, Taysir Rezgui², Khalil Ben Mansour³, Frédéric Marin³, Moez Chafra⁴.

¹Université de Carthage, École Polytechnique de Tunisie (EPT), LASMAP, La Marsa, Tunisie ; ²Université de Carthage, EPT (LASMAP) - ENIB, Tunisie ; ³Sorbonne Universités, Université de Technologie de Compiègne, UMR CNRS 7338, Compiègne, France ; ⁴Université el Manar, IPEI - Manar, Tunis, Tunisie.

Introduction. Because of its women's attractiveness power, high heels are highly used in modern society despite concerns regarding its chronic damages on musculoskeletal system and neuro-mechanics of walking. As musculoskeletal modeling becomes a promising approach for estimating muscle forces and identifying compensatory mechanics, the purpose of this study was to investigate the contribution of musculoskeletal modeling on alterations caused by high heeled shoes.

Matériel et Méthodes. A healthy woman (25 yrs, 1.65m, 57kg), equipped by 36 reflective markers, according to the full Plug-In-Gait protocol, was asked to perform barefooted and high heeled walking (8cm of height) at self-comfortable speed. 3D marker trajectories and Ground Reaction Forces were respectively collected using 34 Vicon cameras and two AMTI force plates. All experiments were conducted in the motion capture platform in Biomechanics and Bioengineering Lab in Université de Technologies de Compiègne.

A generic musculoskeletal model (MMS) is developed using OpenSim Software based on Gait2392 Model. As the foot is assumed to be rigid, the modified MMS was represented as 8-segments, 19-degree-of-freedom and actuated by 92-muscle-tendons. Simulation workflow performs inverse kinematics, inverse dynamics, static optimization and forward dynamics analysis, allowing the estimation of the required muscular activation pattern and forces to reproduce the experimentally measured movement. Joint kinematics, Kinetics and muscle activations were evaluated and compared to the literature.

Résultats. Compared to barefoot walking, the ankle is excessively plantarflexed during all gait cycle with reduced ROM. As consequence, the knee is significantly more flexed in beginning of the stance phase, the hip is less extended and the lumbar joint remains extended. Activation patterns of studied muscle actuators increased significantly when walking on high-heels. Ankle plantar flexors (Gastrocnemius, Tibialis posterior and soleus) and knee flexors (essentially Gastrocnemius) developed larger forces during high-heeled gait. Hip flexors (Psoas, Rectus femoris) activation increase slightly and Hip extensors (Biceps femoris and long adductor) decreases with an insignificant changes on amount of muscular forces. Lumbar extensors (Erector spinae) develop a very important muscular force but lateral flexors (External/internal oblique) show no significant evolutions.

Discussion et Conclusion. This study shows that the significant reduction in ankle movement is compensated by a reduction in knee and hip extension. This compensation requires an additional muscular effort to ensure the propulsion of the body during high-heeled gait. This confirms that the wearing of high-heeled shoes is harmful for the musculoskeletal system.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- Srivastava A., et al., Electromyography Analysis of High Heel Walking ?, IJECT (2012) :166-169.
 Esenyel M., et al Kinetics of high-heeled gait, J Am Podiatr Med Assoc. 2003, 93(1) :27-32.
 Mika. A, et al., The influence of heel height on lower extremity kinematics and leg muscle activity during gait in young and middle-aged women, Gait Posture. 2012, 35(4) :677-80.
 Park K., et al (2016), Effects of the height of shoe heels on muscle activation of cervical and lumbar spine in healthy women, J Phys Ther Sci. 2016 ; 28(3) :956-959.

P13. L'EMG de l'avant-bras peut-il détecter l'origine du déficit de supination chez les enfants avec une paralysie cérébrale unilatérale ?

Aurélié Sarcher¹, Sylvain Brochard², Brigitte Perrouin-Verbe², Maxime Raison³, Guy Letellier⁴, Raphaël Gross¹.

¹Laboratoire d'analyse du mouvement - Service MPR - CHU de Nantes ; ²Service MPR - CHRU de Brest ;

³Ecole Polytechnique de Montréal ; ⁴Etablissement de Santé pour Enfants et Adolescents de la région Nantaise (ESEAN).

Introduction. Les enfants avec une paralysie cérébrale unilatérale spastique (PCUS) présentent généralement un déficit de supination active de l'avant-bras. Ce déficit peut notamment être causé par des activations antagonistes pendant la supination du rond pronateur, du carré pronateur ou bien des deux. L'objectif de cette étude est de vérifier si l'analyse du mouvement couplée à des mesures électromyographiques au membre supérieur et notamment à l'avant-bras peut cibler l'origine du déficit de supination chez les enfants avec une PCUS.

Matériel et Méthodes. 23 enfants à développement typique (DT) (moyenne 10.3ans, écart-type 2.7ans) et 21 enfants avec une PCUS (moyenne 11.2 ans, écart-type 3.4ans) ont suivi le protocole d'analyse des mouvements du membre supérieur. La cinématique du membre supérieur a été enregistrée par capture du mouvement à l'aide de 29 marqueurs placés sur des repères anatomiques du bras, et l'activation musculaire des rond et carré pronateurs a été enregistrée par sEMG. Les enfants devaient réaliser au moins 5 cycles de flexion/extension (FE) du coude à 0.50Hz, et 5 cycles de pronation/supination (PS) du coude à 0.50Hz. Les signaux sEMG ont été normalisés par rapport à leur pic maximal trouvé lors des cycles moyens de FE et de PS. L'activation du muscle rond pronateur ou carré pronateur de chaque enfant était définie comme antagoniste pathologique si elle était statistiquement supérieure à celle du groupe à DT pendant au moins 8% consécutifs du mouvement de supination. Ces statistiques étaient réalisées avec la méthode Statistical Parametric Mapping.

Résultats. Sur les 21 enfants avec une PCUS, 8 avaient une amplitude de supination active très limitée (entre 25° et 70°, GROUPE A), 9 une amplitude limitée (entre 70° et 110°, GROUPE B) et 4 une amplitude faiblement ou non limitée (entre 110° et 148°, GROUPE C). Les 23 enfants à DT avaient une amplitude de supination active comprise entre 110° et 157°. La méthode SPM détectait une activation antagoniste pendant la supination du rond pronateur chez 8/8 des enfants du groupe A, 6/9 des enfants du groupe B, 1/4 des enfants du groupe C, et 1/23 des enfants à DT. Une activation antagoniste pendant la supination du carré pronateur était détectée chez 3/8 des enfants du groupe A, 2/9 des enfants du groupe B, 1/4 des enfants du groupe C, et 3/23 des enfants à DT. Aucune activation antagoniste n'était détectée chez 0/8 des enfants du groupe A, 2/9 enfants du groupe B, 2/4 des enfants du groupe C, et 20/23 des enfants à DT.

Discussion et Conclusion. L'analyse du mouvement couplée à des mesures électromyographiques du bras et de l'avant-bras permet de détecter l'origine du déficit de supination chez les enfants avec une paralysie cérébrale unilatérale spastique. Ainsi, pour les enfants avec une amplitude très limitée, le rond pronateur semblait principalement responsable, avec parfois la responsabilité supplémentaire du carré pronateur. Cependant, dans certains cas, le carré pronateur pouvait être seul responsable. Ces résultats justifient du besoin de mesurer les activations musculaires au membre supérieur de chaque enfant avec une PCUS, pour l'aide au diagnostic.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

P14. Simulation de la variabilité du mouvement induite par la fatigue lors d'une tâche répétitive de pointage

Jonathan Savin¹, Martine A. Gilles¹, Clarisse Gaudez¹, Philippe Bidaud², Vincent Padois³.

¹INRS; ²ONERA; ³ISIR;

Introduction. La variabilité du mouvement est une caractéristique essentielle du mouvement humain. Pourtant elle est quasiment ignorée en conception de postes de travail, et l'activité des opérateurs est fortement standardisée [1]. L'objectif de cette étude est donc de développer et de valider, à titre de démonstration de faisabilité, des modèles et lois de commandes d'humain virtuel permettant de simuler la variabilité du mouvement induite par la fatigue musculaire. Le cas d'étude est une tâche répétitive de pointage [2].

Matériel et Méthodes. Le démonstrateur associe un modèle d'humain virtuel dynamique intégré au logiciel XDE [3] et le modèle de fatigue musculaire de Xia et Frey-Law [4]. Il permet de simuler l'évolution des caractéristiques du mouvement induite par la fatigue musculaire. Une campagne expérimentale a été conduite sur 12 sujets pour identifier les stratégies d'adaptation à la fatigue, paramétrer les lois de commande de l'humain virtuel et valider les simulations.

Résultats. Le contrôleur d'humain virtuel tient compte de la perte progressive des capacités de production de force de l'épaule et du bras, ainsi que de la perte de précision du suivi du mouvement. En outre, il transfère les efforts vers les articulations moins sollicitées.

Discussion et Conclusion. Le contrôleur d'humain virtuel développé restitue certains comportements d'adaptation de la tâche de pointage à la fatigue décrites dans la littérature (adaptation de la posture, des efforts et des mouvements). Ces résultats encourageants sont en cours de validation à partir de données expérimentales. Ce démonstrateur pourra évoluer pour être intégré dans de nouveaux outils destinés aux concepteurs d'équipements de travail, leur permettant de prendre en compte la variabilité du mouvement dès les premières phases de conception pour une meilleure ergonomie des postes de travail.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Bibliographie

- [1] Gaudez C., Gilles M.A., Savin J.(2016) Intrinsic movement variability at work. How long is the path from motor control to design engineering. *Applied Ergonomics*. 53, Part A, 71-78.
- [2] Fuller J.R., Lomond K.V., Fung J., Côté J.N. (2009). Posture-movement changes following repetitive motion-induced shoulder muscle fatigue. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 19, 1043-1052.
- [3] Merlhiot X., Le Garrec J., Saupin G., Andriot C. (2012) The XDE mechanical kernel : Efficient and robust simulation of multibody dynamics with intermittent nonsmooth contacts, in : *The 2nd Joint International Conference on Multibody System Dynamics*.
- [4] Xia T., Frey-Law L.A. (2008) A theoretical approach for modeling peripheral muscle fatigue and recovery. *Journal of Biomechanics*. 41, 3046-3052.

P15. Intérêt d'une orthèse plantaire dans la prise en charge du recurvatum de genou chez le patient polio présentant un recurvatum de genou en phase d'appui : étude de cas.

Anthony Supiot^{1,2}, François Genet¹, Bastien Berret^{2,3,4}, Nicolas Roche¹, Didier Pradon¹.

¹Inserm unité 1179, équipe 3 : Handicap neuromusculaire : physiopathologie et pharmacologie appliquées université Versailles saint Quentin Hôpital CHU Raymond Poincaré.; ²CIAMS Université Paris Saclay 91405 Orsay; ³CIAMS Université d'Orléans 45067 Orléans; ⁴Institut Universitaire de France.

Introduction. La faiblesse musculaire consécutive à une poliomyélite induit en phase d'appui une hyperextension du genou appelé recurvatum. Généralement, la prise en charge du recurvatum se fait au moyen d'une orthèse cruro-pédiéuse. Il semble néanmoins possible, lorsque la force musculaire est suffisante, de proposer une prise en charge moins lourde par orthèse plantaire de type talonnette (OPT).

Problématique : L'objectif de cette étude de cas est d'évaluer l'efficacité d'une OPT dans la prise en charge du recurvatum chez un patient polio présentant une faiblesse musculaire du quadriceps.

Matériel et Méthodes. Deux sessions d'analyse cinématique de la marche, par capture 3D du mouvement, ont été effectuées à 1 mois d'intervalle. Durant la première visite (V1), la cinématique de la marche du patient a été analysée à vitesse de confort avec ses chaussures usuelles accompagnées, pour le coté atteint, d'une talonnette de 1) 0 cm (sans talonnette), 2) 1,2 cm, 3) 2,0 cm et 4) 2,4 cm. Le meilleur compromis entre diminution du recurvatum de genou, évalué par l'analyse cinématique de la marche, et le confort du patient a été établi pour la talonnette de 1,2 cm. Une OPT a été fabriquée en tenant compte de cette analyse. Cette OPT a été utilisée par le patient pendant l'intervalle séparant V1 et la seconde visite (V2). Durant V2, la marche du patient a de nouveau été analysée à vitesse de confort avec ses chaussures équipées de l'OPT. Le patient a effectué 10 essais de marche avec chaque hauteur de talonnette en V1 et avec l'OPT en V2. Les paramètres spatio-temporels de la marche tels que la longueur de pas, la vitesse de marche, la durée de phase d'appui et de phase oscillante ont été calculés. La cinématique articulaire du genou a été également évaluée.

Résultats. Entre les essais sans talonnette en V1 et avec l'OPT en V2, les paramètres spatio-temporels de la marche ont été améliorés. Par exemple, la longueur de pas du patient a augmenté de 5,86 cm (+9%) et la vitesse de marche a augmenté de 13,18 cm/s (+12%). Concernant la cinématique articulaire, on observe une diminution du recurvatum du genou en phase d'appui, passant de -18° à -9°.

Discussion et Conclusion. Les résultats de cette étude de cas ont montré que le port d'une OPT pourrait améliorer les paramètres biomécaniques de la marche de personnes avec un recurvatum de genou. Plus particulièrement, l'OPT permet d'améliorer la cinématique du genou, de diminuer l'asymétrie et d'améliorer les paramètres spatio-temporels de la marche, comme par exemple la vitesse de confort de la marche. Conclusion : Actuellement, les modalités de prise en charge des personnes victimes de poliomyélite présentant des troubles locomoteurs sont peu documentées. Les résultats de cette étude de cas montrent l'intérêt de l'utilisation de l'analyse cinématique de la marche pour proposer un appareillage adapté aux patients, améliorant la qualité de leur locomotion.

Déclaration d'intérêt. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Partenaires

Sofamea

Société Francophone d'Analyse du Mouvement chez l'Enfant et l'Adulte.

XVII^{ème} congrès de la SOFAMEA - 24-26 janvier 2018 - Toulouse (France)



La Sofamea remercie ses partenaires

