



**VI^e CONGRES DU GAMEA
A BRUXELLES
Site de la Faculté de Médecine**

Organisée par le Service de Médecine Physique,
le Service d'Orthopédie et l'Unité de Réadaptation
Cliniques universitaires St-Luc
Université catholique de Louvain



**8 & 9 février 2007
Auditoire Maisin**

<http://www.gamea-2007.com>

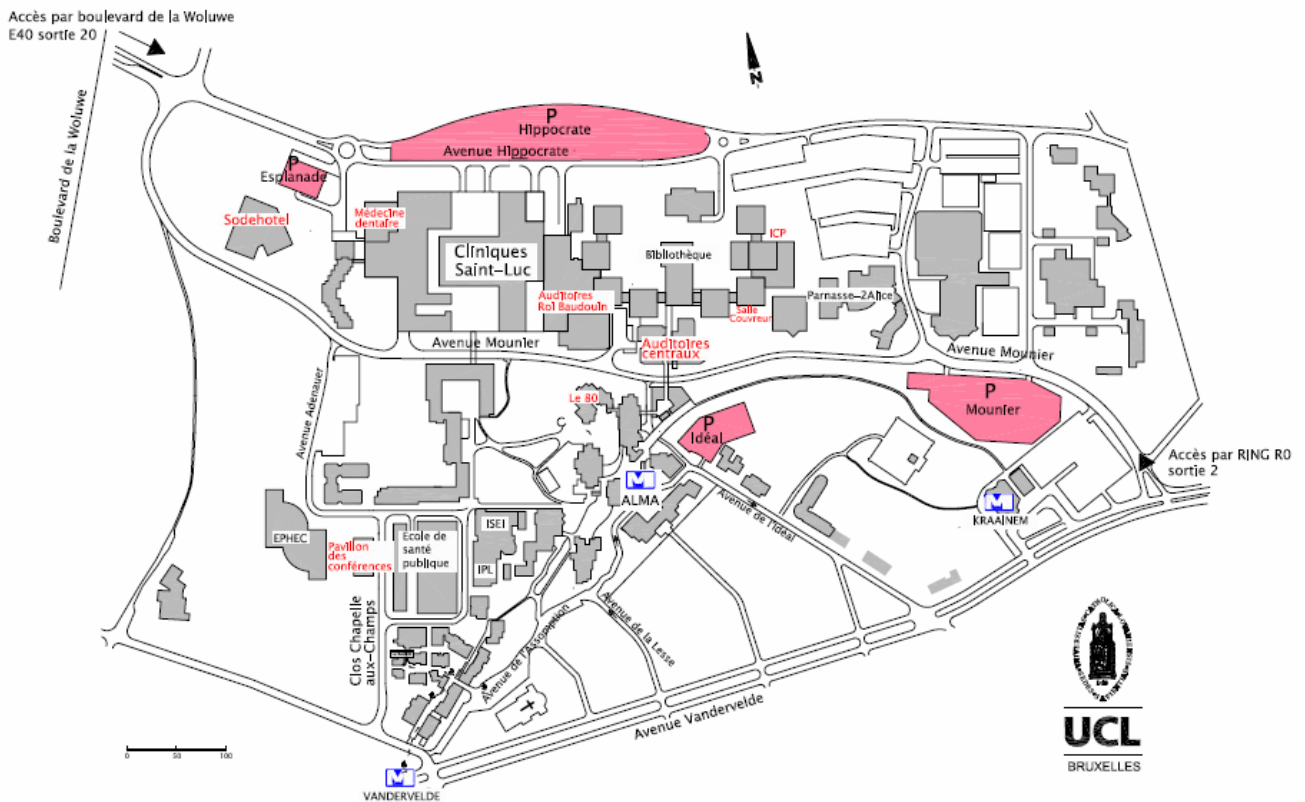
**Renseignements:
Tél + 32 (0)2 764 53 65
Email: Anne.Renders@clin.ucl.ac.be**



GAMEA

GAMEA 2007 - BRUXELLES

Auditoire Maisin, Avenue Mounier 50 – 1200 Bruxelles



JEUDI 8 Février 2007

08:45-09:00	Accueil
09:00-10:30	Président : R Darmana - Conférenciers invités : Aspects biomécaniques <ol style="list-style-type: none"> <i>Le contrôle moteur de la prise de précision chez l'homme</i> Jean-Louis Thonnard. Unité de réadaptation, Université catholique de Louvain, Bruxelles <i>La manipulation d'objets en microgravité</i> Philippe Lefèvre. Département d'ingénierie mécanique, UCL, Louvain-la-Neuve <i>Anatomie fonctionnelle du membre supérieur</i> Thierry Haumont - Faculté de médecine, Vandoeuvre-lès-Nancy
10:30-11:00	Pause et communications affichées
11:00-12:30	Président : R Darmana - Conférenciers invités : Aspects biomécaniques <ol style="list-style-type: none"> <i>Méthodes de calcul de la cinématique articulaire en 3 dimensions à partir des trajectoires de marqueurs</i> Laurence Chèze. Laboratoire de biomécanique, Université Claude Bernard, Lyon 1 <i>Evaluation tridimensionnelle in vivo du complexe de l'épaule par un système optoélectronique. Apport d'une méthode de palpation.</i> Patrick Salvia, Stéphane Bouilland, Serge Van Sint Jan, Marcel Rooze Université Libre de Bruxelles, Bruxelles
12:30-13:30	Déjeuner
13:30-15:30	Président : JJ Rombouts - Conférenciers invités : Aspects cliniques <ol style="list-style-type: none"> <i>La mesure et l'analyse des mouvements anormaux du membre supérieur en neurologie</i> Stéphane Armand. Laboratoire de Cinésiologie, Hôpitaux universitaires de Genève, Suisse <i>Restauration chirurgicale de la main tétraplégique : évaluation du mouvement.</i> Paul Filipetti, F Chantraine, C Schreiber. Centre national de rééducation fonctionnelle et de réadaptation du Luxembourg, Luxembourg <i>Analyse cinématique et électromyographique du membre supérieur chez l'enfant infirme moteur cérébral</i> Frank Fitoussi. Hôpital Robert Debré, Paris <i>Outcome of the use of BTX-A in upper limb in children with CP and the rationale why we are using it</i> Guy Molenaers. AZ KUL Université catholique de Louvain, Leuven
15:30-16:00	Pause et communications affichées
16:00-17:15	Président : JJ Rombouts - Communications Libres : Membre Supérieur <ol style="list-style-type: none"> <i>Analyse cinématique de l'omoplate par utilisation de marqueurs redondants.</i> Lempereur M., Schwartz C., Burdin V., Remy-Neris O. Laboratoire de traitement de l'information médicale INSERM U650, ENST Bretagne, GET-ENST, Université de Bretagne occidentale, Service de médecine physique et réadaptation CHU Brest, Brest. <i>Evaluation du mouvement tridimensionnel (3D) du centre de rotation de l'articulation scapulo-humérale lors d'un mouvement d'abduction.</i> Hagemeister N., Levasseur A., Tétreault P., Nuño N., De Guise JA. Laboratoire de recherche en imagerie et orthopédie, centre de recherche du Centre hospitalier de l'université de Montréal, Ecole de technologie supérieure, Montréal <i>Etude cinématique ex-vivo de l'articulation gleno-humérale.</i> Billuart F., Devun L., Skalli W., Gagey O., Mitton D. Laboratoire de biomécanique ENSAM-CNRS Paris, IFMK " commerce " Paris, Service de chirurgie orthopédique CHU de Bicêtre Le Kremlin-Bicêtre <i>Quantification des efforts musculaires au cours de la flexion et l'extension de l'avant-bras.</i> Raison M., Detrembleur C., Fiset P., Samin JC., Willems PY. Centre de recherche en mécanique, Louvain La Neuve, Unité de réadaptation, Bruxelles, Département de mathématique appliquée, Université Catholique de Louvain, Louvain La Neuve. <i>Etude des mécanismes de contrôle de la prise de précision au cours d'une contrainte induite par le sujet</i> Bleyenheuft Y, Thonnard JL. Unité de Réadaptation, UCL, Bruxelles <i>Les injections de Toxine Botulique améliorent-elles la fonction de la main d'appoint du membre supérieur de l'enfant hémiparétique ?</i> Chaleat-Valayer E., Bard R., Combey A, Bernard JC. Centre Médico-Chirurgical de Réadaptation des Massues- Lyon
17:15-18:15	Président : M Jacquemier - Table ronde : le point sur l'évaluation du Membre Supérieur

<p>17:15-18:15</p>	<p>Table ronde : le point sur l'évaluation du Membre Supérieur : Président : M Jacquemier -</p> <p>1. F Fitoussi Pourquoi le membre supérieur n'est pas le membre inférieur ?</p> <p>2. M Senk Evaluation du mouvement en 3D de l'articulation glénohumérale. Exemple de dysfonctionnement musculaire.</p> <p>3. P Salvia Les protocoles existants dans les évaluations de des fonctions globales du MS</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'épaule • le coude • le poignet • les doigts <p>Intérêts , insuffisances, validation par d'autres ?</p> <p>4. R Darmana De quoi le clinicien doit-il se méfier dans la lecture d'un travail sur le membre supérieur ?</p> <p>5. Discussions/questions</p>
--------------------	--

VENDREDI 9 Février 2007

08:30-09:15	Président : A Renders - Conférencier invité 1. <i>Apport des réseaux neuronaux artificiels dans l'analyse de la marche</i> Bernard Dan et Guy Cheron - Université Libre de Bruxelles - Mons
09:15-10:45	Président : B Dan - Communications: Analyse quantifiée de la marche 1. <i>Quel est le marqueur spatio-temporel de la stabilité de la marche : faible ou forte variabilité du pas ?</i> Beauchet O., Allali G., Annweiler C., Hermann FR., Dubost V. Laboratoire de physiologie et physiopathologie de l'exercice et du handicap, Faculté de médecine de Saint-Etienne, Département de réhabilitation et gériatrie Hôpitaux universitaires de Genève. 2. <i>Présentation et validation du logiciel 3Dgait : un outil d'analyse de la marche de l'enfant infirme moteur cérébral.</i> Desailly E., Yepremian D., Hareb F., Nejib K., Lejeune L., Brèque C., Sardain P., Lacouture P. Laboratoire de Mécanique des solides, Université de Poitiers UMR 6610 CNRS Futuroscope-Chasseneuil, Fondation Ellen Poidatz St Fargeau-Ponthierry, Service d'orthopédie pédiatrique Hôpital Trousseau Paris. 3. <i>Analyse comparative des paramètres spatio-temporels enregistrés avec le système Gaitride et avec un système d'analyse 3D (Vicon) chez l'enfant.</i> Lucet A., Laassel EM., Megrot F. CMPR Bois-Larris, Centre de médecine physique et réadaptation pour enfants, Lamorlaye, Biometrics-France, Orsay. 4. <i>Reconstruction 3D Personnalisée des Membres Inférieurs chez l'Enfant à partir de la Stéréoradiographie. Paramètres Cliniques et Reproductibilité : enfants sains v/s IMC</i> Assi A., Baudoin A., Presedo A., Mitton D., Ghanem I., Skalli W Laboratoire de Biomécanique, CNRS UMR 8005, ENSAM, Paris ; Gait and Motion lab. - SESOBEL, Ain El Rihani, Liban ; Hôpital Robert Debré, Paris ; Hôpital Hôtel-Dieu de France, Beyrouth 5. <i>Couplage cinématique / reconstruction stéréoradiographique osseuse tridimensionnelles pendant un cycle de marche : étude de faisabilité.</i> Pomero V., Assi A., Viehweger E., Glard Y., Jacquemier M., Jouve JL., Bollini G., Skalli W. Service de chirurgie infantile et orthopédie, CHU Timone Enfants, Marseille, Laboratoire de Biomécanique ENSAM CNRS UMR 8005 Paris. <i>Intégration de la géométrie osseuse personnalisée à l'analyse du mouvement.</i> Südhoff I., Parent G., Fuentes A., Goujon H., Poignard A., Bonnet X., De Guise JA., Skalli W. Laboratoire de biomécanique ENSAM CNRS UMR 8005 Paris, laboratoire de recherche en imagerie et orthopédie CHUM Ecole de Technologie supérieure Montréal.
10:45-11:15	Pause et communications affichées
11:15-12:00	Président : B Dan - Communications: Analyse quantifiée de la marche 1. <i>Influence de la réduction du déplacement vertical du centre de masse sur le coût énergétique durant la marche.</i> Massaad F., Lejeune T., Detrembleur C. Unité de réadaptation Université catholique de Louvain, Bruxelles 2. <i>Modélisation dynamique de la marche de l'amputé fémoral</i> Goujon H., Lanot A., Fodé P., Lavaste F. Laboratoire de biomécanique ENSAM CNRS UMR 8005 Paris, Centre d'étude et de recherche sur l'appareillage des handicapés, Woippy. 3. <i>Discussion autour du Gillette Normalcy index : avantages, forces et limites.</i> Megrot F., Lucet A., Ferrari A., Laassel EM. CMPR Bois-Larris, Centre de médecine physique et réadaptation pour enfants, Lamorlaye, Biometrics-France, Orsay. 4. <i>Orientation du col du fémur pendant le cycle de marche.</i> Viehweger E., Poemro V., Jacopin S., Scorsone-PAGNI S., Glard Y., Launay F., Jacquemier M., Jouve JL., Bollini G. Laboratoire d'Analyse du Mouvement. Service Orthopédie Pédiatrique, Hôpital d'Enfants de la Timone, Marseille
12:00-12:30	Assemblée Générale de GAMEA
12:30-13:30	Déjeuner

13:30-14:30	Président : T Haumont - Tribune jeune (prix 200 Euros)
14:30-15:45	Président : P Filipetti - Communications Libres : Infirmité motrice cérébrale et - pathologie rééducation <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Intérêt et spécificité de l'analyse tridimensionnelle vidéographique du membre supérieur de l'enfant hémiparétique</i> Bard R., Chaleat -Valayer E., Combey A., Redon A., Bernard JC. Centre médico-chirurgical de réadaptation des Massues, Lyon. 2. <i>Comparaison entre le " Melbourne Assessment of Unilateral upper limb function " et le " Quality of upper extremity skills test " (Quest) chez des enfants IMC hémiparétiques</i> Klingels K., Feys H., Desloover K., Huenaerts C., Van Nuland I., Van Pelt L., Molenaers G., De Cock P. Faculté de kinésithérapie, laboratoire de l'analyse des mouvements, hôpital universitaire de Pellenberg Université catholique de Louvain, KUL, Leuven 3. <i>Toxine botulique et vitesse angulaire chez l'enfant infirme moteur cérébral marchant ; premiers résultats d'une étude prospective.</i> Dohin B., Bonnefoy A., Chèze L., Chaléat -Valayer E., Kohler R. Université de Lyon, service de chirurgie pédiatrique Hôpital Herriot, Laboratoire de biomécanique et modélisation humaine LRE 32, Université Lyon,1, Centre médico-chirurgical des Massues Lyon. 4. <i>Marche avec flexion plantaire précoce chez l'enfant IMC diparétique : éléments en faveur d'une finalité fonctionnelle.</i> Beyaert C., Paysant J., Andre JM. Unité d'Explorations Fonctionnelles, Centre de médecine physique et réadaptation "L Pierquin" Nancy, Laboratoire de physiologie faculté de médecine, Vandoeuvre-lès-Nancy. 5. <i>Etude du couplage audio-moteur chez des sujets valides par un système de capture du mouvement électromagnétique.</i> Hoellinger T., Robertson J., Roby-Brami A., Hanneton S. Lab de neurophysique et physiologie CNRS UMR 8119 Paris. 6. <i>Coordination du mouvement du membre supérieur et feedback enrichi chez patients hémiparétiques.</i> Robertson J., Hoellinger T., Dedobbler S., Hanneton S., Roby-Brami A. Laboratoire de neurophysique et physiologie, UMR 8119, Paris, Hôpital Poincaré Garches. 7. <i>Evolution de la marche de patients atteints de Paraplégie spastique familiale.</i> De Coulon G., Armand S., Ceroni D., de Rosa V., Kailin A. Laboratoire de la marche, Hôpitaux universitaires de Genève.
15:45-16:15	Pause et communications affichées
16:15-17:45	Président : B Dohin - Communications: Technique et sport <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Etude de la participation des bras lors de la transition marche course.</i> Dedieu P., Zanone PG., Dautreloix JP. Laboratoire adaptation perceptivo-motrice et apprentissage, U.F.R. S.T.A.P.S., Université Paul Sabatier Toulouse 2. <i>L'effet de l'habileté sportive sur le contrôle postural : sensibilité d'accélérométrie du tronc.</i> Van Lummel RC., Van de Zwet J., Van der Slikke M., Krijger M., Kingma McRoberts H., La Haye 3. <i>Effet sur la course de la sollicitation du réflexe d'étirement musculaire au niveau des muscles fléchisseurs plantaires chez l'homme : résultats préliminaires</i> Schoier M. & Schepens B. Unité de physiologie et de biomécanique de la locomotion, UCL, Louvain-la-Neuve 4. <i>Apport de la vidéo superposée en temps réel en analyse clinique de la marche.</i> Gaudin A. Biometrics France 5. <i>Nouvelle approche en monitoring EMG dynamique.</i> Laassel EM. - Biometrics France
17:45-18:00	Remise du prix et clôture du congrès

Ordre du jour de l'Assemblée Générale du GAMEA

Bruxelles 9 février 2007 à 12h

1. Approbation du CR de l'AG du 26 janvier 2006 (R Darmana)
2. Projet de modification de la structure et des statuts du GAMEA pour passer de *Groupe* à *Société* (M Jacquemier)
3. Non-renouvellement des membres du CA et du Bureau en 2007 (M Jacquemier, R Darmana)
4. Le point sur les membres et les cotisations (R Darmana)
5. Le point comptable (B Dohin)
6. Le point sur le site Web (S Armand)
7. Le thème de la journée spécifique de 2008
8. Prochains congrès (Marseille en 2008, Bois Larris en 2009, Lyon en 2010, Toulouse en 2011)
(R Darmana)
9. Le point sur l'ESMAC (M Jacquemier)
10. Questions diverses

Conférence : Membre Supérieur

Jeudi 8 février

Méthodes de calcul de la cinématique articulaire en 3D à partir des trajectoires de marqueurs

CHEZE L.

Laboratoire de Biomécanique et de Mécanique des Chocs, UMR_T9406
Université Lyon 1 / INRETS, France

Email : Laurence.cheze@univ-lyon1.fr

L'objectif de cette communication est de présenter d'une part les problèmes rencontrés et d'autre part les méthodes pouvant être mises en œuvre pour caractériser au mieux la cinématique articulaire en trois dimensions.

Afin de permettre les comparaisons des résultats obtenus par différentes équipes, il est apparu nécessaire de standardiser un certain nombre de méthodes. Les grands principes de la normalisation proposée par la Société de Biomécanique Internationale (Wu et al., 2002 ; Wu et al., 2005) seront rapidement exposés.

Avec les progrès technologiques réalisés sur les systèmes d'analyse du mouvement, les erreurs instrumentales deviennent négligeables mais un verrou scientifique reste important, celui des erreurs expérimentales, liées en particulier aux déplacements parasites des masses molles (Leardini et al., 2005). Pour corriger ces erreurs, quelques solutions proposées dans la littérature seront exposées. Ces solutions utilisent différentes méthodes de calcul des mouvements articulaires : les quaternions (ou encore paramètres d'Euler, ou rotation spatiale), les séquences de rotations successives autour d'axes fixes ou mobiles, et enfin la modélisation géométrique de la chaîne cinématique. Ces grandes classes de méthodes seront donc décrites, en essayant de dégager, pour chacune d'elles, les avantages et les inconvénients.

- [1] Wu G. et al. ISB recommendation on definitions of joint coordinate system of various joints for the reporting of human joint motion – part 1: ankle, hip and spine. *J. Biomech.*, 2002. 35 (4), 543-48.
- [2] Wu G. et al. ISB recommendation on definitions of joint coordinate system of various joints for the reporting of human joint motion – part 2 :shoulder, elbow, wrist and hand. *J. Biomech.*, 2005 38, 981-992
- [3] Leardini A. et al. Human movement analysis using stereophotogrammetry. Part 3 : Soft tissue artifact assessment and compensation. *Gait & Posture*, 2005 21, 212-225.

Evaluation de la cinématique tridimensionnelle de l'épaule par stéréophotogrammétrie OPTOélectronique

P. SALVIA, S. BOUILLAND, R. MOLETTA, S. VAN SINT JAN ET M. ROOZE

Centre d'évaluation fonctionnelle. Faculté de Médecine. Université Libre de Bruxelles
Fondation Hopale - Centre Calvé, Berck sur mer
route de Lennik 808, B-1070 Bruxelles, Belgique

Email: salviap@ulb.ac.be

Introduction

Etudier la cinématique tridimensionnelle de l'épaule reste un enjeu pour la clinique. De part sa nature de complexe, l'épaule reste difficile à évaluer vu le nombre d'articulations en présence. Le but de cette étude a été de développer une technique de mesure in vivo des articulations glénohumérale et scapulothoracique par stéréophotogrammétrie optoélectronique

Méthode

Neuf sujets [age: 29 ans; Taille: 1.71 m; Poids: 67 kg] ont été évalués en utilisant un système VICON 612 [8 caméras CCD, 120 Hz]. La configuration des caméras est la même que celle utilisée pour la marche. Deux méthodologies sont appliquées pour repérer les marqueurs anatomiques. L'une utilise une baguette dont l'extrémité est calibrée permettant d'acquérir la coordonnée d'un de 24 marqueurs sélectionnés. Un guide de palpation est donné aux observateurs définissant la technique de repérage du marqueur en suivant les recommandations de l'ouvrage « Color atlas of Skeletal Landmark Definitions - Guidelines for Accurate and Reproducible Palpation ».[S. Van Sint Jan, 2007].L'autre méthode repère les marqueurs anatomiques à l'aide de marqueurs rétro réfléchifs. A partir de ces marqueurs palpés ou collés sur le bras, la scapula, le thorax et le bassin, un modèle cinématique est construit en utilisant les mêmes conventions que celles proposées par l'International Society of Biomechanics. Pour suivre les mouvements du bras et de la scapula, des groupes de marqueurs techniques (Cluster) sont également utilisés. Plus particulièrement, un tripode est placé sur la palette acromiale pour décrire les mouvements de celle-ci. Les mouvements réalisés sont l'ab-adduction, la flexion-extension, la rotation interne dans le "main-do"s et le "main-tête" de l'épaule. La cinématique est calculée par des angles d'Euler. La cinématique du bras et celle de la scapula sont exprimées par rapport au thorax. Deux protocoles de reproductibilité ont été établis. L'un compare deux observateurs sur le même groupe de 9 sujets (Protocole I). L'autre compare 5 observateurs palpant les 24 marqueurs sur deux sujets en répétant la mesure lors de deux sessions (Protocole II).

Résultats et Discussion

Une bonne reproductibilité a été observée. Pour le protocole I, la propagation de l'erreur sur les composantes scapulaires lors de l'abduction du bras est respectivement de 3.8° (DS 3.1°), 5,4° (DS 5°) et de 3,3° (DS 2,9°) pour les composante de pro-rétraction, de rotation médio-latérale et de bascule antéro-postérieure de l'omoplate. Lors du "main-tête", elle est respectivement de 4.2° (DS 3.1°), 5,3° (DS 4.8°) et de 3 ° (DS 2,8°) pour les mêmes composantes. Pour le Protocole II, la RMSE inter-observateur en rotation médio-latérale est de 2,6 ° (DS 2,3°) pour l'abduction et de 3° (DS 2,4°) pour le "main-tête". L'utilisation novatrice d'un cluster acromial pour la mesure des mouvements de la scapula a donné des résultats encourageants permettant d'envisager une modélisation tridimensionnelle de la scapula à partir de modèles osseux. Dans l'avenir, on pourrait observer par exemple des déficits de rotation externe chez le sujet pathologique, un rythme scapulo-huméral chez des personnes atteintes d'une "épaule gelée" ou encore de mesurer les effets de la toxine botulinique chez des patients spastiques.

Restauration chirurgicale de la main tétraplégique. Evaluation du mouvement

FILIPETTI P. CHANTRAINE F. SCHREIBER C.

Centre National de Rééducation Fonctionnelle et de Réadaptation
2, Rue Englebert NEVEU L-2224 Luxembourg
Luxembourg

Email : filipetti.paul@hotmail.fr

Les bases de la chirurgie fonctionnelle du membre supérieur tétraplégique ont été établies en 1975 par Eric MOBERG suivis par d'importants progrès réalisés dans les procédures chirurgicales (2). Les difficultés techniques rencontrées ont toujours stimulé la motivation et inspiré la créativité des équipes médicales pour une restauration optimale de la fonction du membre supérieur. S'appuyant sur la classification internationale, les premiers concepts ont ainsi évolué déclinant de nouvelles stratégies opératoires prenant en compte la restitution d'une exploration spatiale et la reconstruction d'une fonction de préhension « à la carte », selon les souhaits du patient.

L'évaluation du mouvement s'est appuyée initialement sur la mesure de données analytiques ou « éléments de performance de base » (EPB : amplitude, force et dextérité, coordination...) et l'étude de tests spécifiques (pinch, grasp, tests fonctionnels de Lamb ou Sollerman, mesure de l'indépendance fonctionnelle du membre supérieur tétraplégique, qualité de vie ...) (1).

Les systèmes de mesure concernant la qualité de l'exploration spatiale et le comportement moteur d'approche et de saisie ont eu un développement moins marqué. Le simulateur d'espace gestuel permet l'enregistrement de la qualité de l'exploration spatiale et de ses différents paramètres (temps de réaction, vitesse du mouvement, approche de secteurs fonctionnels, endurance et indice de fatigabilité). L'exploration tridimensionnelle sous électromyographie dynamique et mesure de forces (cellule de préhension et capteur instrumenté) ajoute des données concernant les stratégies d'approche (mouvement balistique, rampe lente, poursuite) et le niveau de commande neurologique (cocontraction, gestion d'énergie minimale ...).

Ces différents outils nous permettent actuellement d'approcher le comportement moteur dans sa globalité prenant en compte la somme des EPB avec une lecture immédiate et évolutive des boucles sensori-motrices mises en jeu au cours du mouvement. Les données de l'électromyographie dynamique montre une parfaite intégration et maîtrise des transferts musculaires y compris dans le secteur sous lésionnel grâce à la diversité des boucles mises en jeu (visuo et sensori-motrices).

Une des étapes les plus critiques de cette chirurgie reconstructive est l'influence des courses musculaires et de la mise en tension des transferts sur la qualité de l'ouverture et fermeture des chaînes digitales et l'absence d'accrochage lors des contacts. Les nouveaux modèles du système musculo-squelettique du membre supérieur sont actuellement en développement et devraient permettre d'approcher cette difficulté.

Références :

[1] KONDRASKE, G. V. (1995). Strategies and Instruments for Human Performance Measurement and Assessment . In R. Tremewan (Ed.), Proceedings, Engineering & Physics in Medicine 95. (pp. 104).

[2] MOBERG E. (1978) The Upper limb in tetraplegia. A new approach to surgical rehabilitation. Thieme, Stuttgart (Ed).

Kinematics and electromyography analysis of the upper limb in children with cerebral palsy

FITOUSSI F.¹, DIOP A.², MAUREL N.² LAASSEL EM³, GOURAUD D³, PENNEÇOT GF¹

¹ Orthopaedic department, Robert Debré Hospital, Paris, France

² Equipe- Biomécanique et Remodelage Osseux, ENSAM, Paris, France

³Unité clinique d'analyse de la marche et du mouvement, CMPR de Bois Larris, Lamorlaye, France

Introduction

Cerebral palsy generally produces impairment of upper limb function in relation with spasticity, contracture, muscle imbalance, poor voluntary control, weakness and astereognosis. The common pattern of deformity consists in shoulder adduction and internal rotation, elbow flexion, forearm pronation, wrist and finger flexion and thumb adduction and flexion. However, each child has a specific brain lesion and the clinical pattern is highly variable.

Current clinical methods of assessment do not fully evaluate the kinematics and EMG activity during simple activities of daily life. Upper limb evaluation, with passive range of motion of the shoulder, elbow, forearm, wrist and thumb in each plane, incompletely assess the ability of the child to perform daily activities. Furthermore, clinical classifications of types of cerebral palsy have shown poor reproducibility between inter observers and between sessions [1].

The 3D kinematic analysis using surface markers, commonly used on the lower limbs are now used on the upper limbs [2,3], with some specific difficulties, such as the greater complexity of the upper limb and the non cyclic aspect of its daily use. The aim of this study is to describe a protocol to analyse the 3D kinematics of the upper limb in order to complete the clinical analysis of such patients.

Material and Method

Two tasks were defined in order to study the upper limb movement in the three planes, the subject being sitting on a chair, with a table placed in front of him: Task 1: the subject takes an object placed on the table, in front of him and bring it to his mouth. Task 2: the subject takes an object placed on the table, in front of his homolateral knee, and displaces it on the table in front of his opposite knee.

For measurement, we used the VICON optoelectronic system. The kinematics analysis was based on rigid segment approach (trunk, arm, forearm, hand). In order to avoid any displacement between markers of the same segment and to limit displacements between markers and the underlying skeleton during movements, rigid tripods on which three markers were fixed were used for each segment during movements. These tripods were fixed using a strap on areas where subcutaneous tissue was thin: the distal and dorsal part of the forearm, the dorsal part of the hand and the sternum. An elbow brace was used on the distal part of the arm. A supplementary rigid tripod was fixed on the testing table to analyse the trunk motions with regard to a fixed referential system.

For kinematic calculations, we used anatomical referentials calculated from anatomical landmarks: for the trunk, the two sterno-clavicular joints and the xyphoid process, for the arm: the medial-lateral epicondyle and the acromion, for the forearm: the medial-lateral epicondyle and the radial-ulnar styloids, for the hand, the radial-ulnar styloids, the second and the fourth metacarpus. At a rest position, we measured simultaneously the position of tripod and anatomical referential systems to determine their relative position for each segment and during movements we measured only the position of the tripod referential systems.

Finally, the relative positions of the trunk with regard to the fixed coordinate system of the table, of the arm with regard to the trunk, of the forearm with regard to the arm and of the hand with regard to the forearm were calculated during each task.

The data were collected from a group of hemiplegic children, age 7-16 years, performing the two task and from a group of normal subjects. An initial clinical check up was performed in order to record:

- Sensibility: sensibility has been classified into three types according to Koman et al [4] and Hoffer et al [5]
- Global function was classified into four types according to Green and Banks [6]
- Tone at thumb, wrist and elbow was measured on Ashworth's scale
- Zancolli classification [7]
- Active and passive motion of the shoulder, elbow, forearm and wrist
- Thumb position according to Corry classification [8]: Positions were defined relative to landmarks on the palm to avoid difficulty of measuring exact angles

Surface electromyographic measurement was performed for 11 upper limb muscles.

Results

For the demonstration, kinematics and EMG analysis of a right hemiplegic 15 years old girl was described. Although there was no notable clinical decrease of active and passive range of motion (Table 1), some important kinematics differences were found between the hemiplegic and the normal side (Fig. 1) with:

- Shoulder: excess of external rotation on the hemiplegic side with increased range of motion, lack of shoulder abduction and an excess of shoulder adduction.
- Elbow: lack of elbow extension and global decreased range of motion.
- Lack of forearm supination and a decreased range of motion.
- Wrist: excess of flexion with increased range of motion.

<i>Sensibility</i>	<i>Global</i>	<i>Shoulder</i>				<i>Elbow</i>		<i>Forearm</i>		<i>Wrist</i>	<i>Zancolli</i>	<i>Corry</i>
	Function	Active Abduction	Passive Abduction	Active Ext Rotation	Passive Ext Rotation	Active Extension	Passive Extension	Active Supination	Passive Supination	Passive Extension		
Moderately impaired	Fair	170°	180°	60°	70°	-30°	-20°	70°	80°	60°	I	6

Table 1

Figure 2: Extensor digitorum communis raw EMG during first task on pathologic side versus normal side

Discussion and Conclusion

Current methods of assessment like measurements of static single plane range of motion, spasticity evaluation or other assessment methods do not fully evaluate the kinematics restrictions of activities of daily life in children with cerebral palsy. 3D upper limb motion analysis gives a more complete evaluation [9-13]. It rates the child's ability to perform given tasks and shows which motion is used on which articulation and which compensatory strategies are used to achieve the movement. Upper limb motion can also be used coupled with electromyography analysis or to measure the effects of treatments as physiotherapy, toxin botulinum injection or surgery.

References

- [1] Mackey AH, Sharon EW, Lobb GA et al. Reliability of upper and lower limb three-dimensional kinematics in children with hemiplegia. *Gait and Posture* 2005, 22:1-9.
- [2] Rau G, Disselhorst-Klug C, Schmidt R. Movement biomechanics goes upwards: from the leg to the arm. *J Biomech* 2000; 33:1207-1216
- [3] Petuskey K, Bagley A, Abdala E, James MA, Rab G. Upper extremity kinematics during functional activities: Three-dimensional studies in a normal pediatric population. *Gait and Posture* 2007, article in press
- [4] Koman LA, Gelberman RH, Toby EB, Poehling GG. Cerebral Palsy. Management of the Upper Extremity. *Clin Orthop* 1990; 253: 62-74.
- [5] Hoffer MM, Perry J, Melkonian GJ. Dynamic electromyography and decision-making for surgery in the upper extremity of patients with cerebral palsy. *J Hand Surg* 1979; 4: 424-431.
- [6] Green WT, Banks HH. Flexor Carpi Ulnaris Transplant and its Use in Cerebral Palsy. *J Bone Joint Surg(Am)* 1962 ; 44 : 1343-1352.
- [7] Zancolli, E. A., and Zancolli, E. A., Jr. Surgical Management of the Hemiplegic Spastic Hand in Cerebral Palsy. *Surg. Clin. North America* 1981; 61: 395-406
- [8] Corry IS, Cosgrove AP, Walsh EG, McClean D, Graham HK. Botulium toxin A in the hemiplegic upper limb: a double-blind trial. *Developmental Medicine and Child Neurology* 1997; 39: 185-193.
- [9] Biryukova EV, Roby-Brami A, Frolov AA, Mokhtari M. Kinematics of human arm reconstructed from spatial tracking system recordings *J Biomech* 2000; 33: 985-995.
- [10] Rab G, Petuskey K, Bagley A. A method for determination of upper extremity kinematics. *Gait and Posture* 2002; 15:113-119.
- [11] Mosqueda T, James MA, Petuskey K, Bagley A, Abdala E, Rab G. Kinematic assessment of the upper extremity in brachial plexus birth palsy. *J Pediatr Orthop* 2004; 24:695-699.
- [12] Chang JJ, Wu TI, Wu WL, Su FC. Kinematical measure for spastic reaching in children with cerebral palsy. *Clin Biomech* 2005, 20 : 381-388.
- [13] Van Heest AE, House JH, Cariello C. Upper Extremity Surgical Treatment of Cerebral Palsy. *J Hand Surg* 1999; 24A: 323-330.

Outcome of the use of Botulinum toxin A in upperlimb in children with cp and the rational why we are using it.

G. MOLENAERS^{1,3}, K. DESLOOVERE^{2,3}, H. FEYS², K. KLINGELS²

¹Department of Orthopedics, ²Department of Rehabilitation sciences, KUL,
³Clinical Motion Analysis Laboratory, University Hospital Pellenberg - Belgium

At the University Hospital of Pellenberg, integrated multilevel botulinum toxine (BTX-A) treatment has been used for several years to manage spasticity associated with cerebral palsy (CP). The aim of the present presentation is to describe the basic principles and to establish the effect of upper extremity (UE) BTX-A treatment, according to an integrated approach, including crucial factors that determine the outcome success. Following the assessment of functional outcomes subsequent to BTX-A injections, several critical factors in achieving successful outcomes became clear, including:

- Proper patient selection and timing of injections
- Proper selection of target muscles
- Optimal dose and injection techniques
- Appropriate post injection care.

Proper patient selection and timing of injections:

The level of motor dysfunction can range from single level involvement in a functionally good UE to multilevel involvement in a non used UE, as long as an appropriate goal setting before treatment is set up. The ideal candidate for functional improvement should have sufficient motivation, moderate spasticity, good sensation in the involved UE, with mainly dynamic contractures. In another group of selected children, we will focus more on prevention of muscle contractures. Additionally, BTX-A treatment can have an important role as pre-surgical evaluation method in children in whom the benefit of hand surgery is difficult to predict or for whom the tuning of the final surgery plan requires additional information about underlying problems.

Proper muscle selection:

Muscles should be selected after a careful clinical assessment, including an evaluation of muscle tone (modified Ashworth and Tardieu test) and ROM (passive and active), hand function in activities of daily living, voluntary grasps and release patterns, strength and selective motor control of different muscle groups, and an extended evaluation of sensibility (exteroceptive, proprioceptive, stereognosis and two-points discrimination). Apart from an extended static clinical examination, a dynamic (functional) evaluation, using video analysis (Melbourne assessment scale, Quest, analytical motions) can be crucial for a proper muscle selection. Specific classification systems (Zancolli, House) can be used to summarize specific motor problems.

Optimal dose and injection technique:

The doses should be defined according to the individually goal setting. The optimal dose of BTX-A should be administered to each of the target muscles involved. Each 100 U vial of Botox is diluted with 2 to 4 ml saline. Each selected muscle should be injected at multiple sites in order to distribute the amount evenly within the muscle. In our clinic, BTX-A is usually administered under mask anaesthesia. Correct needle placement can be checked by moving the articulation above or beyond the muscle and observing the needle motion, by electrical stimulation or by ultrasonography.

Appropriate post injection care:

The duration of effect of BTX-A treatment is mainly determined by the follow-up treatment, consisting of intensive sessions of physio- and occupational therapy, day and night splinting and casting. BTX-A treatment for UE therefore needs a multidisciplinary approach. Additionally, continuous motivation and stimulation to use the involved UE can be crucial (f.i. by modified constrained induced therapy).

Outcome results:

With a proper selection of the patient, a proper selection of muscles to be injected, an optimal dose and injection technique and an appropriate after care, BTX-A injections can be very effective to improve the UE in children with hemiplegia. An overview of recent results in literature as well as outcome results for a group of 23 children with perdominatly spastic type of hemiplegia treated at the University Hospital of Pellenberg will be presented. The outcome evaluation after integrated BTX-A UE treatment included standardised clinical examination and functional evaluations by using the Melbourne assessment scale. Children treated with BTX-A showed statistically significant increase in ROM and reduction of tone. There is still inconsistency between studies about the functional improvements in the UE after BTX-A.

Communications Libres : Membre Supérieur

Jeudi 8 février

Analyse cinématique de l'omoplate par utilisation de marqueurs redondants

LEMPEREUR M., SCHWARTZ C., BURDIN V., REMY-NERIS O.

¹Laboratoire de Traitement de l'Information Médicale INSERM U650, Brest

²ENST Bretagne, GET-ENST, Brest

³Université de Bretagne Occidentale, Brest

⁴CHU Brest, Service de médecine physique et de réadaptation, Brest

Email : mathieu.lempereur@univ-brest.fr, cedric.schwartz@enst-bretagne.fr, valerie.burdin@enst-bretagne.fr, olivier.remyneris@chu-brest.fr

Le travail de recherche présenté concerne le développement d'une plate-forme informatique permettant de relier les structures osseuses acquises par imagerie médicale et l'analyse du mouvement dans le but de mieux comprendre les relations entre la forme et la fonction. Dans un premier temps, le membre supérieur est analysé.

Pour atteindre cet objectif, le mouvement du membre supérieur est enregistré à l'aide du système VICON. Le placement des marqueurs suit les recommandations émises par l'International Society of Biomechanics (Wu *et al.*, 2005). Bien que 3 marqueurs suffisent pour définir un segment corporel, le fait d'en placer davantage fournit des informations redondantes et permet de minimiser les mouvements de la peau. Une centaine de marqueurs de diamètre 4 mm espacés d'une distance de 10 mm est ajoutée aux 3 marqueurs de l'ISB posés sur l'omoplate. Enfin, la morphologie osseuse du membre supérieur est acquise par IRM. Deux techniques de calcul sont proposées pour analyser le mouvement de l'omoplate. La première méthode calcule le mouvement du repère défini à partir des 3 marqueurs de l'ISB. La deuxième méthode est celle de Andriacchi *et al* (1998). Elle est adaptée au cas de l'omoplate et utilise la centaine de marqueurs. Elle cherche à ajuster la « masse » de chaque marqueur de manière à minimiser la variation des valeurs propres de la matrice d'inertie de la nappe de marqueurs.

Les premiers résultats montrent que les mouvements de rotation antéro/postérieure et de rotation interne/externe de l'omoplate diffèrent selon les méthodes proposées.

[1] Andriacchi T. P., Alexander E. J., Toney M. K., Dyrby C., Sum J. A point cluster method for in vivo motion analysis: applied to a study of the knee kinematics. *Journal of Biomechanical Engineering*, 1998, 120, 743-749.

[2] Wu G., van der Helm F. C. T., Veeger H. E. J., Makhsous M., Van Roy P., Anglin C., Nagels J., Karduna A. R., McQuade K., Wang X., Werner F. W., Buchholz B. 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. *Journal of Biomechanics*, 2005, 38(5), 981-992.

Évaluation du mouvement tridimensionnel (3D) du centre de rotation de l'articulation scapulo-humérale lors d'un mouvement d'abduction

HAGEMEISTER N., LEVASSEUR A., TÊTREAU P., NUÑO N., DE GUISE JA.

Laboratoire de recherche en imagerie et orthopédie, Centre de recherche du Centre hospitalier de l'Université de Montréal, Montréal, Canada
École de technologie supérieure, Montréal, Canada

Email : nicola.hagemeister@etsmtl.ca

Depuis quelques années, les chercheurs s'intéressent aux déplacements du centre de rotation de la tête humérale et questionnent la nature sphérique de l'articulation gléno-humérale (Blaimont et al., 2005 ; Hallström et al., 2006 ; von Eisenhart Rothe et al., 2005). Les analyses se font généralement dans un plan ou de façon statique.

Dans cette étude, nous proposons une analyse de la cinématique tridimensionnelle d'un mouvement continu d'abduction afin d'investiguer les déplacements du centre de la tête humérale pour une articulation scapulo-humérale intacte dans les trois plans anatomiques.

Cette étude a été réalisée sur 8 bras complets cadavériques. Tous les tissus mous adjacents à l'articulation scapulo-humérale ont été réséqués à l'exception de la capsule articulaire, des ligaments, de la coiffe des rotateurs et du deltoïde. L'évaluation consistait à fixer les spécimens sur un montage expérimental et à reproduire un mouvement continu d'abduction en appliquant une traction sur le deltoïde moyen. L'abduction du bras ainsi que les déplacements de la tête humérale ont été enregistrés à l'aide de capteurs électromagnétiques.

Un mouvement d'abduction dont l'amplitude moyenne était de $32.6 \pm 7.0^\circ$ engendrait des déplacements moyens de la tête humérale de 8.1 ± 5.1 mm, 3.0 ± 2.0 mm et 1.8 ± 2.2 mm dans le plan frontal, sagittal et transversal respectivement.

Dans les conditions expérimentales présentées ici, le centre de rotation est stable dans les plans sagittal et transversal, mais connaît un déplacement plus important dans le plan frontal.

[1] P. Blaimont, A. Taheri, A. Vanderhofstadt. Migration of the instantaneous center of rotation in the shoulder during abduction: implications for scapulohumeral muscle function. *Revue de chirurgie orthopédique* 2005,91, 399-405.

[2] Hallstrom E, Karrholm J. Shoulder kinematics in 25 patients with impingement and 12 controls. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;448:22-7.

[3] von Eisenhart-Rothe R, Matsen FA 3rd, Eckstein F, Vogl T, Graichen H. Pathomechanics in atraumatic shoulder instability: scapular positioning correlates with humeral head centering. *Clin Orthop Relat Res.* 2005Apr;(433):82-9.

Etude Cinématique Ex-Vivo de l'articulation gléno-humérale.

BILLUART F.^{1,2} DEVUN L.¹ SKALLI W.¹ GAGEY O.³ MITTON D.¹

¹Laboratoire de biomécanique, ENSAM-CNRS, Paris, France

²IFMK «commerce», Paris, France

³Service de Chirurgie Orthopédique, CHU de Bicêtre, Le Kremlin-Bicêtre, France

Email : fabien.billuart@laposte.net

INTRODUCTION:

L'objet de l'étude est de réaliser une analyse cinématique 3D *ex-vivo* de l'articulation gléno-humérale lors du mouvement d'abduction.

MATERIEL ET METHODE:

Six spécimens ont été testés.

Après avoir désarticulé le coude et la scapulo-thoracique, la clavicule est sectionnée laissant intact le deltoïde. Tous les tissus mous sont enlevés à l'exception du deltoïde, du supra épineux, des éléments capsulo-ligamentaires et des tendons des muscles de la coiffe des rotateurs.

L'acromion est sectionné à sa partie la plus postérieure. La scapula est perforée en trois points et fixée sur son support orientable.

Le suivi cinématique des pièces osseuses est réalisé à l'aide d'un système optoélectronique Polaris®.

Des radiographies biplanaires sont obtenues à l'aide du système de stéréoradiographie basse dose EOS®. Les stéréoradiographies sont réalisées après fixation des tripodes sur l'os et permettent de définir les axes du mouvement à partir de repères radiographiques correspondants.

Le bord médial de la scapula est orienté verticalement puis une traction horizontale de l'ensemble acromion plus clavicule est réalisée.

RESULTATS:

Pour un déplacement de l'ensemble acromion-clavicule de 25mm l'angle d'abduction obtenu est compris entre 24° et 30.5° Le déplacement, selon la verticale, de la tête humérale est inférieur à 5 millimètres.

DISCUSSION:

Il s'agit pour les auteurs du premier essai cinématique de l'épaule, humérus non contraint. Les résultats suggèrent que le deltoïde assure avec le labrum et la dépression articulaire le centrage de la tête dès le début de l'élévation.

Ces expérimentations permettront d'évaluer un modèle en éléments finis tridimensionnel de l'épaule.

REMERCIEMENTS:

Les auteurs souhaitent remercier J. Magnier, J-B Chevalier, J.Hée et C. Menant pour leur support technique et la Société Anatomique, Paris, France pour son support financier.

Quantification des efforts musculaires au cours de la flexion et l'extension de l'avant-bras

RAISON M.¹, DETREMBLEUR C.², FISETTE P.¹, SAMIN J.C.¹, WILLEMS P.Y.³

¹Centre de Recherche en Mécatronique (CEREM), Université catholique de Louvain
Bâtiment Stévin, Place du Levant 2, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique

²Unité de Réadaptation et Médecine Physique (READ)
Tour Pasteur, Avenue Mounier 53, 1200 Bruxelles, Belgique

³Département de Mathématique Appliquée (INMA)
Bâtiment Euler, Avenue Georges Lemaître 4, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique

Email : raison@prm.ucl.ac.be

La quantification précise des efforts internes dans le corps humain est toujours un grand défi en Biomécanique. Dans ce contexte, cette étude propose une méthode de quantification non-invasive des efforts articulaires et musculaires chez les sujets effectuant plusieurs cycle de flexion et extension de l'avant-bras en portant un poids à la main. Cette méthode est basée sur un modèle constitué de deux membres rigides articulés, le *bras* et l'*avant-bras*, et en considérant quatre muscles : les *biceps brachii long* et *court*, ainsi que les *triceps brachii long* et *externe*. Le système d'acquisition (*Elite-BTS*) est composé de capteurs optocinétiques et de mesures d'ElectroMyoGraphie (EMG).

La méthode est développée en quatre étapes successives :

- 1. L'optimisation cinématique** qui estime la cinématique articulaire du modèle correspondant au mieux aux données cinématiques expérimentales [1].
- 2. La dynamique inverse** qui fournit les forces et couples articulaires à partir des efforts extérieurs appliqués au corps humain [1].
- 3. La pré-calibration des forces musculaires** qui, sur base de modèles musculaires [2,3], calibre par optimisation les forces des deux *biceps brachii* à partir de leurs EMGs lorsque le sujet porte différents poids dans des configurations isométriques.
- 4. La solution du suractionnement musculaire** qui calcule par optimisation les forces des quatre muscle considérés au cours de la flexion et l'extension, sur base des valeurs de pré-calibration des forces musculaires.

Cette application sera étendue en Thérapie physique pour définir des critères utiles à l'analyse des efforts internes au cours du mouvement, en particulier pour les patients fibromyalgiques et lombalgiques.

[1] M. Raison, C. Detrembleur, P. Fiset, J.C. Samin and P.Y.Willems Determination of joint kinematics and dynamics in the human body : application to a subject getting up from a seat. Proceedings of Eccomas Thematic Conf. on Adv. in *Comput. Multibody Dyn.*, 2005 adrid, 17pp

[2] F.E. Zajac. Muscle and tendon : properties, models, scaling and application to biomechanics and motor control. *Crit. Rev. Biomed. Eng.* 1989,17(4), 359–411,.

[3] N. St-Onge, S.V. Adamovich and A.G. Feldman. Control processes underlying elbow flexion movements may be independent of kinematic and electromyographic patterns : experimental study and modelling. *Neuroscience.* 1997, 79(1), 295–316.

Etude des mécanismes de contrôle de la prise de précision au cours d'une contrainte induite par le sujet

BLEYENHEUFT Y, THONNARD JL

Unité de Réadaptation et Médecine Physique (READ)
Tour Pasteur, Avenue Mounier 53, 1200 Bruxelles, Belgique

Email : yannick.bleyenheuft@read.ucl.ac.be

Anticiper une augmentation rapide du poids d'un objet nécessite une augmentation préalable de la force de serrage (GF) exercée sur cet objet. Théoriquement, le maximum de GF devrait coïncider avec l'impact (pic de force tangentielle) généré par l'augmentation de poids. Cependant, la plupart du temps, on voit apparaître, après l'impact, une augmentation de GF. L'objectif de cette étude était de déterminer l'aspect anticipé ou réflexe de cette augmentation tardive de GF.

Le poids d'un objet muni de capteurs de force a été rapidement augmenté par la chute d'un poids additionnel suspendu sous le dispositif et relié à l'objet par un filin de kevlar. La chute était déclenchée par le sujet, mais pour la moitié des essais, les mécanismes permettant le déclenchement de la chute du poids étaient bloqués à l'insu du sujet et la chute attendue n'avait pas lieu.

Le premier essai au cours duquel ce mécanisme était bloqué nous a fourni des évidences quant à l'aspect préprogrammé de l'augmentation tardive de GF : le maximum de GF n'est pas différent des essais précédents et est atteint dans des délais identiques. Les essais suivants – pour lesquels le mécanisme était également bloqué - ont montré des amplitudes de GF maximum nettement diminuées, suggérant que la valeur de GF après l'impact était principalement déterminée par l'essai précédent (corrélation de Pearson : $r=0.689$; $p<0.001$). La seule variable qui semble dépendante de l'augmentation de force tangentielle est le maximum de dérivée de GF mesuré après l'impact.

En conclusion, ce protocole met en évidence la nature anticipée d'une augmentation de force de serrage intervenant après une augmentation prévisible du poids de l'objet. L'amplitude de cette force de serrage est principalement dépendante de l'essai qui précède (valeur attendue par le sujet).

Les injections de Toxine Botulique améliorent-elles la fonction de la main d'appoint du membre supérieur de l'enfant hémiparétique ?

CHALEAT-VALAYER E., BARD R., COMBEY A, BERNARD JC

Centre Médico-Chirurgical de Réadaptation des Massues
92, rue E. Locard - 69322 Lyon cedex 05

Email : chaleat-valayer.e@cmcr-massues.com

Introduction

De nombreux travaux suggèrent que les injections de Toxine Botulique au niveau du membre supérieur de l'enfant hémiparétique apportent des bénéfices en terme d'amélioration fonctionnelle en situation de test. Peu d'études évaluent la situation écologique avec l'activité de main d'appoint et la prise en compte du phénomène de « learned non-use ».

Objectif

Notre étude a pour objectif d'évaluer le bénéfice des injections de Toxine Botulique au niveau du membre supérieur, en terme d'amélioration de la fonction de main d'appoint de l'enfant hémiparétique.

Méthode

Des enfants hémiparétiques, d'âge minimum de 2 ans, sans troubles associés sont évalués avant et après injections de toxine au niveau du membre supérieur. Les muscles sont injectés sous repérage électromyographique et déterminés par la clinique (spasticité > 1 sur l'échelle d'Ashworth) et le retentissement fonctionnel.

Les évaluations fonctionnelles vidéographiques sont réalisées à J0 et à 2 mois par le test de Melbourne et le AHA évaluant spécifiquement la main d'appoint.

Résultats

7 enfants hémiparétiques ont été inclus (3garçons, 4 filles), d'âge moyen de 5 ans. Aucun ne présente de limitation articulaire, le nombre moyen de muscles injectés par membre supérieur est de 4,8, on note une diminution de 1 point sur l'échelle d'Asworth sur les muscles injectés. On note des progressions de 12% sur le AHA et de 18 % sur le Melbourne à 2 mois post injection, ce qui est significatif ($p < 0,05$).

Conclusion

Cette étude préliminaire met en évidence un réel bénéfice des injections de toxine botulique pour améliorer la fonction de main d'appoint de l'enfant hémiparétique. Ces données sont à confirmer par des études randomisées.

[1] Fehlings D. et al. An evaluation of botulinum A toxin injections to improve upper extremity function in children with hemiplegic cerebral palsy. *Journal of pediatrics*. 2000

[2] Boyd R. Management of upper limb dysfunction in children with cerebral palsy : a systematic review. *European Journal of Neurology*; 2001,8.

Table ronde : Membre Supérieur **Jeudi 8 février**

Evaluation du mouvement en 3D de l'articulation glénohumérale. Exemple de dysfonctionnement musculaire.

SENK M., CHEZE L.

Laboratoire de biomécanique, Université Claude Bernard, Lyon 1

Email: mirosenk@hotmail.com

L'analyse du mouvement de l'articulation glénohumérale (GH) en utilisant le système d'analyse du mouvement en 3D, demande une approche laboratoire respectant un protocole très rigoureux. Pour appliquer la proposition de International Society of Biomechanics (Wu et al. 2005), deux améliorations ont été développées : (i) une nouvelle méthode d'enregistrement de l'omoplate (Senk 2006) et (ii) le choix de la séquence de rotation pour décrire la cinématique de l'articulation de l'épaule (Senk and Chèze 2006). Ces avancements permettent d'analyser et de comparer le comportement de l'articulation glénohumérale en situation saine et en situation de dysfonctionnement pendant les mouvements dans des plans anatomiques différents. Les résultats finaux montrent la capacité d'analyser *in vivo* les changements significatifs des amplitudes et de résumer les changements de la précision du mouvement exercé. En utilisant la situation expérimentale du biceps brachii, les résultats permettent de ré-analyser certains rôles de ce muscle dans l'articulation glénohumérale.

Références:

- [1] Senk, M., Chèze, L., Rotation sequence as an important factor in shoulder kinematics. *Clinical Biomechanics* 2006 21, Supplement 1, p. S3-S8.
- [2] Wu, G., Van der Helm, F.C.T., Veeger, H.E.J., Makhsous, M., Van Roy, P., Anglin, C., Nagels, J., Karduna, A.R., McQuade, K., Wang, X., Werner, F.W., Buchholz, B. 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. *Journal of Biomechanics* 2005: 38, p. 981-992.
- [3] Senk, M. Kinematical and traction experimental study of the shoulder joint dysfunction. *Thèse de doctorat*. Université Claude Bernard Lyon I. 2006

Conférence invitée : Analyse Quantifiée de La Marche

Vendredi 9 février

Apport des réseaux neuronaux artificiels dans l'analyse de la marche

B. DAN^{1,2}, F. LEURS², G. CHERON^{2,3}

¹Centre d'Analyse du Mouvement, HUDERF-Hôp. Brugmann, Université Libre de Bruxelles

²Unité de Recherche Biomécanique du Mouvement, ISEPK, Université Libre de Bruxelles

³Laboratoire de Neurophysiologie, Université de Mons-Hainaut

Email : bernard.dan@ulb.ac.be

Lors la locomotion humaine, les signaux EMG, qui sont en relation directe avec la commande motrice finale sont accessibles de manière non-invasive. Ces signaux représentent la décharge de populations de motoneurones. L'analyse de l'enveloppe des EMG rectifiés révèle la dynamique globale de coordination motrice. Jusqu'à récemment, l'approche neuronale a été limitée dans le domaine de la locomotion humaine pour des raisons conceptuelles et techniques. La plupart des réseaux neuronaux utilisés pour mettre en relation EMG et cinématique sont de type 'feedforward'. L'information y chemine des neurones d'entrée vers les neurones de sortie sans connexion de 'feedback', exclue toute information d'histoire ou de contexte, pourtant considérée cruciale dans le contrôle moteur. Au contraire, les réseaux neuronaux récurrents prennent ces aspects en compte. Nous décrivons l'utilisation d'un réseau neuronal artificiel dynamique et récurrent (RNAD) pour la simulation de la coordination du membre inférieur dans la locomotion humaine. Ce réseau neuronal comprend 35 unités cachées entièrement connectées, prenant en considération l'histoire de la relation temporelle entre les signaux EMG bruts de six (ou huit) muscles et des angles d'élévation des trois segments principaux du membre inférieur. Chaque signal EMG est envoyé à toutes les unités, qui convergent vers trois sorties. Chaque sortie correspond à un paramètre cinématique. L'apprentissage supervisé suit des règles d'apprentissage déterminant l'adaptation des pondérations synaptiques et des constantes de temps de chaque unité du RNAD. L'analyse comparée des courbes d'apprentissage en fonction de la sortie (position, vitesse, accélération) indique que la vitesse peut être utilisée comme sortie pour l'analyse commune de la marche. La haute plausibilité biologique suggère que le RNAD peut être utilisé dans l'étude de la physiologie des relations entre EMG et marche. Le RNAD peut aussi avoir des applications pour le contrôle prosthétique.

Références:

- [1] Cheron G, Cebolla AM, Bengoetxea A, Leurs F, Dan B. Recognition of the physiological actions of the triphasic EMG pattern by a dynamic recurrent neural network. *Neurosci Lett*. 2006 Dec 22
- [2] Cheron G, Leurs F, Bengoetxea A, Draye JP, Destrée M, Dan B. A dynamic recurrent neural network for multiple muscles electromyographic mapping to elevation angles of the lower limb in human locomotion. *J Neurosci Methods*. 2003 Oct 30;129(2):95-104.

Communications Libres : Analyse Quantifiée de La Marche

Vendredi 9 février

Quel est le marqueur spatio-temporel de la stabilité de la marche : Faible ou forte variabilité du pas ?

BEAUCHET O.^{1,3}, ALLALI G.¹, ANNWEILER C.¹, HERMANN FR.², DUBOST V.¹

¹Laboratoire de physiologie et physiopathologie de l'exercice et du handicap, Faculté de Médecine de Saint-Etienne, France.

³Département de réhabilitation et Gériatrie, Hôpitaux universitaires de Genève, Suisse

[Email : olivier.beauchet@univ-st-etienne.fr](mailto:olivier.beauchet@univ-st-etienne.fr)

Rationnel:

Une faible et une forte variabilité du pas a été décrite lors d'une marche stable (1). Ces données divergent de la conception générale qui est de dire que la variabilité du pas est inversement corrélée à la stabilité de la marche (2). Cette controverse peut être due à l'absence de prise en compte de facteurs de confusion.

Objectif:

Caractériser et comparer la variabilité des paramètres spatio-temporels en prenant en compte l'effet de l'âge, du sexe, de la taille et de la vitesse de marche chez des sujets sains.

Méthode:

La valeur moyenne et le coefficient de variation des paramètres spatio-temporels ont été enregistrés chez 30 sujets jeunes (28.3 ± 6.2 ans) et 32 sujets âgés avec un système GAITRite® en condition de marche normale lancée.

Résultats :

L'âge était le seul paramètre explicatif d'une variabilité élevée de l'écartement des pas ($p = 0.012$), alors que l'augmentation de la variabilité de la longueur du pas et de la phase d'appui chez les sujets âgés était expliquée par une réduction de la vitesse de marche ($p=0.006$ and $p=0.018$). La variabilité la plus faible était celle du temps du cycle de marche (1.9 ± 1.1 %, p Conclusions : Une faible et une forte variabilité du pas peuvent être observée simultanément chez des sujets ayant une marche stable, même après ajustement sur des facteurs confondants, signifiant que des résultats opposés peuvent avoir une même interprétation en terme de stabilité.

[1] Heiderscheit, B.C. Movement variability as a clinical measure for locomotion. *Journal of Applied Biomechanics*, 200016, 419-427.

[2] Newell, K.M., & Corcos, D.M. Issues in variability and motor control. In: Newell, K.M., Corcos, D.M. (Eds.), *Variability and motor control* (pp. 1-12). Champaign: Human kinetics. 1993

Présentation et validation du logiciel 3Dgait ; Un outil d'analyse de la marche de l'enfant infirme moteur cérébral.

Eric DESAILLY^{1,2}, Daniel YEPREMIAN², Farid HAREB², Khouri NEJIB³, Lionel LEJEUNE², Cyril BREQUE¹, Philippe SARDAIN¹, Patrick LACOUTURE¹

¹Laboratoire de Mécanique des Solides, Université de Poitiers, UMR-6610, CNRS, SP2MI, BP-30179, 86962 Futuroscope-Chasseneuil Cedex

²Fondation Ellen Poidatz, 77310 St Fargeau-Ponthierry

³Service d'Orthopédie Pédiatrique, Hôpital Trousseau, 75012, Paris

Email : desailly@lms.univ-poitiers.fr

L'analyse quantifiée de la marche est sans conteste l'examen complémentaire de choix avant une chirurgie multi étagée de l'IMC marchant. Un calcul précis des paramètres mécaniques décisionnels est donc un impératif. Cette réflexion, menée au sein de la Fondation Ellen Poidatz, a conduit au développement du logiciel 3Dgait. Ce logiciel à vocation gratuite propose une interface conviviale, une conformité au modèle de Helen Hayes [1], ainsi que le calcul de la cinématique, de la cinétique, des puissances inter segmentaires et de paramètres annexes. Il exploite des données cinématographiques et dynamographiques. Les algorithmes utilisés et leurs validations seront développés. Une formulation sous forme de matrice homogène a été adoptée et les mesures angulaires ont été effectuées à partir de séquences de cardan ZXY, pour des repères segmentaires construits selon les recommandations de l'International Society of Biomechanics. Les calculs par dynamique inverse ascendante sont programmés suivant la récurrence proposée par Legnani et coll. [3] déjà appliquée en biomécanique par Doriot et Chèze [2]. Les puissances articulaires sont calculées par un produit d'Hadamard. La validation de ces calculs a été effectuée en comparant les mesures de données issues de sujets sains avec celles disponibles dans la littérature. L'utilisation maintenant routinière de 3Dgait s'avère être un apport probant aux examens réalisés au laboratoire de la fondation.

[1] R Davis, S Ounpuu, D Tyburski, and J Gage. A gait analysis data collection and reduction technique. *Human Movement Science*, 1991, 10:575–587.

[2] N. Doriot and L. Cheze. Three-dimensional analysis of the lower limb during the stance phase of gait. *ITBM-RBM*, 2001, 22(3):178–184.

[3] Giovanni Legnani, Federico Casalo, Paolo Righettini, and Bruno Zappa. A homogeneous matrix approach to 3d kinematics and dynamics—ii. applications to chains of rigid bodies and serial manipulators. *Mechanism and Machine Theory*, 1996, 31(5):589–605.

Analyse comparative des paramètres spatio-temporels enregistrés avec le système Gaitrite et avec un système d'analyse 3 D (Vicon) chez l'enfant.

LUCET, A.¹; LAASSEL, E.M.^{2,1}; MEGROT, F.¹

¹C.M.P.R BOIS-LARRIS : Service Médical, U.C.A.M.M
Centre de Médecine Physique et de Réadaptation pour Enfant

60260 LAMORLAYE

²BIOMETRICS-FRANCE

Parc club – Orsay Universités

28 rue Jean Rostand

91893 ORSAY cedex

Email : a.lucet.bois.larris@wanadoo.fr; ucamm.boislarris@wanadoo.fr; em.laassel@biometrics.fr

L'objet de cette communication est de comparer les paramètres spatio-temporels enregistrés avec deux outils d'analyse de la marche : le Gaitrite et le système Vicon.

Le principe du tapis de marche est l'enregistrement d'événements directs par des capteurs de pression, alors que le système Vicon enregistre des événements notamment optiques, nécessitant l'intervention d'un opérateur dans la détermination précise des cycles de marche.

Une population de 34 sujets sains (24 filles et 10 garçons de 6 à 14 ans) a été étudiée. Chaque sujet a été enregistré le même jour avec chacun des systèmes.

Vitesse de marche, cadence, durée du cycle, la longueur de l'enjambée, % de phase d'appui, % du simple appui, % du double appui, et % de la phase oscillante ont été mesurés à droite comme à gauche.

Pour les paramètres retenus dans cette étude on observe une bonne corrélation entre les mesures effectuées à l'aide de chacun des deux systèmes. On pourrait donc pour l'analyse des paramètres spatio-temporels utiliser indifféremment le tapis de marche ou le système d'analyse 3 D.

[1] Belinda Bilney, Meg Morris and Kate Webster. Concurrent related validity of the GAITRite® walkway system for quantification of the spatial and temporal parameters of gait *Gait & Posture*, 2003, Volume 17, Issue 1, 68-74

[2] Kate E. Webster, Joanne E. Wittwer and Julian A. Feller Validity of the GAITRite® walkway system for the measurement of averaged and individual step parameters of gait *Gait & Posture*, 2005, Volume 22, Issue 4, 317-321

[3] Robert G. Cutlip, Corrie Mancinelli, Frances Huber and James DiPasquale Evaluation of an instrumented walkway for measurement of the kinematic parameters of gait *Gait & Posture*, 2000, Volume 12, Issue 2, 1: 134-138

Reconstruction 3D Personnalisée des Membres Inférieurs chez l'Enfant à partir de la Stéréoradiographie. Paramètres Cliniques et Reproductibilité : enfants sains v/s IMC.

ASSI A.^{1,2}, BAUDOIN A.¹, PRESEDO A.³, MITTON D.¹, GHANEM I.^{2,4}, SKALLI W.¹

¹ Laboratoire de Biomécanique, CNRS UMR 8005, ENSAM, Paris

² Gait and Motion Analysis lab. - SESOBEL, Ain El Rihani - Liban

³ Hôpital Robert Debré, Paris

⁴ Hôpital Hôtel-Dieu de France, Beyrouth

Email : ayman.assi@gmail.com

Introduction.

Pour mieux comprendre le comportement durant la marche de l'infirmes moteur cérébral (IMC), il est indispensable d'observer conjointement l'analyse de la marche, l'activité musculaire et les vices architecturaux du squelette. La stéréoradiographie permet d'obtenir la reconstruction 3D personnalisée du squelette humain en position debout. A partir des reconstructions des membres inférieurs, nous pouvons calculer des paramètres cliniques en 3D et dans chacun des plans de l'espace.

Matériels et Méthodes.

6 enfants asymptomatiques et 4 IMC ont réalisé des radios face et profil en position debout à l'aide du système biplanar EOS[®] à basse dose d'irradiation (Biospace Med). Les reconstructions 3D des membres inférieurs (du bassin aux chevilles) des sujets ont été obtenues à partir des radios et d'un logiciel spécifique de reconstruction [1,2,3]. Des paramètres cliniques du membre inférieur, comme les torsions osseuses ou les axes mécaniques ont été calculés en 3D et dans les 3 plans de l'espace à partir de ces reconstructions. Une étude de reproductibilité intra et inter opérateur a été faite pour évaluer l'incertitude de mesure sur le calcul de ces paramètres.

Résultats.

Les résultats préliminaires permettront de montrer la précision des paramètres cliniques calculés et de décrire l'orientation et la géométrie tridimensionnelles de structures des membres inférieurs chez les enfants sains et IMC.

Conclusion.

Cette étude permet d'ores et déjà de faire le recalage des structures osseuses 3D personnalisées dans l'analyse de la marche pour un même sujet. Ceci nous permettra de mieux analyser la marche d'un IMC en observant sa géométrie interne.

Remerciements : Les auteurs tiennent à remercier Dr. C. Mansour pour son aide dans ce projet.

[1] Mitton D, Deschenes S, Laporte S, Godbout B, Bertrand S, De Guise JA, Skalli W. 3D Reconstruction of the pelvis from biplanar radiography. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*; 2006,9(1):1 - 5.

[2] Le Bras A, Laporte S, Bousson V, Mitton D, de Guise JA, Laredo JD, Skalli W. 3D Reconstruction of The Proximal Femur with Low-Dose Digital Stereoradiography. *Computer Aided Surgery*.; 2004,51-57.

[3] Laporte S, Skalli W, de Guise JA, Lavaste F, Mitton D. A Biplanar Reconstruction Method Based on 2D and 3D Contours: Application to the Distal Femur. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*;2003,6(1):1-6.

Couplage cinématique / reconstruction stéréoradiographique osseuse tridimensionnelles pendant un cycle de marche : Etude de faisabilité.

V. POMERO¹, A. ASSI², E. VIEHWEGER¹, Y. GLARD¹, M. JACQUEMIER¹, J-L JOUVE¹, G. BOLLINI¹, W. SKALLI².

¹Service de Chirurgie Infantile et Orthopédie, CHU Timone Enfants, Marseille.

²Laboratoire de Biomécanique, ENSAM-CNRS (UMR 8005), Paris.

Introduction

Quelques travaux explorent actuellement la possibilité de recaler des informations de géométrie osseuse au sein de la cinématique enregistrée lors des AQMs. Bien que les algorithmes de recalages soient assez avancés [1], les équipes sont confrontés au problème de l'acquisition de ces géométries osseuses. Ce travail présente la faisabilité de couplage de reconstructions osseuses tridimensionnelles obtenues par stéréoradiographie avec la cinématique enregistrée pour un essai de marche pour l'articulation de la hanche.

M&M

Les données AQM et stéréoradiographique (avec marqueurs AQM) furent obtenues sur un garçon de 6 ans. Un traitement préliminaire (logiciel IdefX, LBM/LIO) permet de calculer les reconstructions 3D du bassin et des fémurs [2] ainsi que des marqueurs AQM, qui seront ensuite utilisés pour le recalage.

Le recalage consiste en : a. la mise en position du bassin ; b. calcul du centre des cotyles ; c. Placement des fémurs (translation = centre des cotyles calculés, orientation = informations AQM). On fait donc l'hypothèse de concentricité de la tête fémorale avec le cotyle.

Résultats

Différentes vues 3D sont obtenues, permettant la visualisation de la cinématique osseuse lors du cycle de marche. Des caméras virtuelles permettent de suivre, par exemple, les mouvements des fémurs et du bassin en vue de dessus.

Conclusion

L'AQM est enrichie par la visualisation des géométries osseuse 3D dans la cinématique. De plus, cela permettra le calcul d'indices cliniques 'dynamiques' à partir des reconstructions osseuses personnalisées, comme par exemple le taux de recouvrement de la tête fémorale au cours du cycle de marche.

[1] Sholukha V, Leardini A, Salvia P, Rooze M, Van Sint Jan S: Double-step registration of in vivo stereophotogrammetry with both in vitro 6-DOFs electrogoniometry and CT medical imaging. *J Biomech.* 2006;39(11):2087-95.

[2] Le Bras A, Laporte S, Bousson V, Mitton D, De Guise JA, Laredo JD, Skalli W. Related Articles, Links 3D reconstruction of the proximal femur with low-dose digital stereoradiography. *Comput Aided Surg.* 2004;9(3):51-7.

Intégration de la géométrie osseuse personnalisée à l'analyse du mouvement

SÜDHOFF, I.^{1,2}, PARENT, G.², FUENTES, A.², GOUJON, H.¹, POIGNARD, A.¹,
BONNET, X.¹, DE GUISE, J.A.², SKALLI, W.¹

¹Laboratoire de Biomécanique, CNRS UMR8005, ENSAM, Paris, France

²Laboratoire de recherche en imagerie et orthopédie, CHUM, École de technologie supérieure, Montréal, Canada

Email : ingrid.sudhoff@etsmtl.ca

Introduction:

L'analyse du mouvement utilisée en clinique consiste à enregistrer le mouvement des segments corporels grâce au suivi de marqueurs externes. Divers systèmes d'attache permettent de limiter les artéfacts des tissus mous afin de mieux suivre le mouvement des os sous-jacents, qui n'est toutefois pas directement visualisable. La localisation des centres articulaires, essentielle à l'estimation des efforts articulaires, reste approximative. Parallèlement, l'utilisation du système EOS[®] (Biospace) permet d'obtenir une reconstruction 3D personnalisée du membre inférieur à partir de clichés face/profil acquis en position debout [1]. L'objectif de ce travail est d'intégrer ces données géométriques à l'analyse du mouvement.

Matériel et méthode:

Seize sujets sains participent à l'étude. Le protocole comprend :

- 1) Une évaluation biomécanique : le sujet est muni de marqueurs réfléchissants, dont les emplacements sont marqués au stylo. La cinématique 3D est enregistrée avec le système VICON et différents systèmes d'attache [2, 3].
- 2) Un examen de stéréoradiographie : des marqueurs radio-opaques sont positionnés aux emplacements marqués. Un cliché tête-pieds est acquis en position debout, les pieds étant décalés pour permettre une meilleure reconstruction.

Le recalage entre les acquisitions est effectué grâce aux marqueurs, dont la position est connue dans les deux référentiels d'étude. Différentes techniques de recalage (moindres carrés, utilisation de repères...) sont évaluées.

Résultats:

La faisabilité de la mise en correspondance est établie sur 3 sujets. L'analyse approfondie de la précision des différentes techniques de recalage est en cours.

[1] Laporte, S., et al., A biplanar reconstruction method based on 2D and 3D contours: application to the distal femur. *Comput Methods Biomech Biomed Engin*, 2003. 6(1): p. 1-6.

[2] Goujon, H., et al., A functional evaluation of prosthetic foot kinematics during lower-limb amputee gait. *Prosthetics and Orthotics International*, 2006. 30(2): p. 213-223.

[3] Ganjikia, S., et al., Three-dimensional knee analyzer validation by simple fluoroscopic study. *The Knee*, 2000. 7(4): p. 221-231.

Influence de la réduction du déplacement vertical du centre de masse sur le coût énergétique durant la marche

MASSAAD F., LEJEUNE T.M., DETREMBLEUR C.

Unité de Médecine Physique et de Réadaptation, Université catholique de Louvain, Bruxelles, Belgique

E-mail : Firas.Massaad@read.ucl.ac.be

Durant la marche, le centre de masse corporel effectue des oscillations verticales qui permettent d'économiser de l'énergie grâce à un échange entre l'énergie potentielle et cinétique (Willems et coll. 1995). Cependant, depuis les années 50, Saunders et coll. (1953) ont postulé que le mouvement vertical du CM est réduit au maximum afin de réduire la consommation d'énergie durant la marche. En effet, le surcoût énergétique de la marche pathologique est souvent associé à une augmentation de ce déplacement vertical (Detrembleur et coll. 2003). L'hypothèse de Saunders est adoptée par les cliniciens mais n'a jamais été testée jusqu'à présent. Nous avons recruté six sujets sains qui ont marché sur tapis roulant à 6 vitesses (1 à 6 km h⁻¹) dans trois conditions différentes : marche normale, marche avec réduction du déplacement vertical du CM et marche avec augmentation de ce déplacement. Le coût énergétique a augmenté dans les deux cas par rapport à la marche normale. En effet, la réduction du CM a diminué le travail mécanique nécessaire mais les muscles ont fourni ce travail dans de mauvaises conditions, causant une réduction du rendement musculaire et en conséquence une augmentation du coût. L'hyperdéplacement du CM a augmenté le coût à cause d'un surplus de travail mécanique mais ce dernier a été réalisé dans de bonnes conditions permettant de maintenir un rendement normal. Notre étude contredit l'hypothèse de Saunders tout en mettant en évidence les facteurs permettant l'optimisation du coût durant la marche normale ce qui pourrait apporter de nouvelles bases pour réduire la marche pathologique afin de diminuer le surcoût énergétique.

[1] Detrembleur C, Dierick F, Stoquart G, Chantraine F, Lejeune T. Energy cost, mechanical work, and efficiency of hemiparetic walking. *Gait Posture* 2003, 18: 47-55.

[2] Saunders JBDM, Inman VT, Eberhart HD: The major determinants in normal and pathological gait. *J Bone & Joint Surg Am* 1953, 35A: 543-58.

[3] Willems PA, Cavagna GA, Heglund NC: External, internal and total work in human locomotion. *J exp Biol* 1995, 198: 379-93.

Modélisation dynamique de la marche de l'amputé fémoral

GOUJON H., LANOT A., FODE P., LAVASTE F.

Laboratoire de biomécanique ENSAM CNRS UMR 8005, Paris
Centre d'Etudes et de Recherche sur l'Appareillage des Handicapés, Woippy

Email : helene.goujon@paris.ensam.fr

Introduction

Si beaucoup d'auteurs ont étudié à la marche de l'amputé tibial, seuls quelques uns se sont intéressés à l'analyse cinématique et dynamique (Seroussi et al. 1996; van der Linden et al. 1999; Sjødahl et al. 2002) de la marche de l'amputé fémoral.

Matériel et méthodes

Un modèle dynamique original basé sur les données d'analyse cinématique et cinétique de la marche et adapté aux patients amputés a été développé. Les données obtenues pour 8 amputés fémoraux (3 femmes et 5 hommes) et 21 sujets sains ont été utilisées.

Résultats

Dans un premier temps, les efforts enregistrés, pour un échantillon de sujets asymptomatiques et un groupe de patients amputés fémoraux, sont comparés. Ensuite, un modèle dynamique est mis en place pour calculer les efforts chez le sujet sain et chez l'amputé. La validité de ce modèle est rapidement évaluée par la comparaison des efforts calculés par son intermédiaire lorsque l'on entre la cinématique de l'ensemble des segments corporels avec les efforts mesurés par les plateformes de force. Enfin, les contributions des différents segments du corps sont analysées pour les deux groupes de sujets de façon à comprendre l'origine des différences.

Conclusion

Les premiers résultats permettent de mieux comprendre les mécanismes qui induisent les modifications d'efforts au sol enregistrés lors de la marche et peuvent servir de piste pour une rééducation adaptée à chaque patient. Les perspectives de ce type de modèle sont donc multiples et son amélioration permettra d'approfondir la compréhension de la biomécanique de la marche chez les amputés de membre inférieur.

[1] Seroussi, R.E., Gitter, A., Czerniecki, J.M. and Weaver, K.. "Mechanical work adaptations of above-knee amputee ambulation." *Arch Phys Med Rehabil* 1996,77(11): 1209-14.

[2] Sjødahl, C., Jarnlo, G.-B., Söderberg, B. and Persson, B.M. "Kinematic and kinetic gait analysis in the sagittal plane of trans-femoral amputees before and after special gait reeducation." *Prosthet. Orthot. Int.* 2002,26(2): 101-112.

[3] van der Linden, M.L., Solomonidis, S.E., Spence, W.D., Li, N. and Paul, J.P. "A methodology for studying the effects of various types of prosthetic feet on the biomechanics of transfemoral amputee gait." *J Biomech* 1999,32(9): 877-89.

Discussion autour du Gillette Normalcy Index : avantages, forces et limites.

MEGROT, F. ¹ ; LUCET, A. ¹; FERRARI, A. ¹; LAASSEL, E.M. ^{2,1}

¹C.M.P.R BOIS-LARRIS : Service Médical, U.C.A.M.M
Centre de Médecine Physique et de Réadaptation pour Enfant
60260 LAMORLAYE

²BIOMETRICS-FRANCE
Parc club – Orsay Universités
28 rue Jean Rostand
91893 ORSAY cedex

Email: Ucamm.boislarris@wanadoo.fr

Le Normalcy Index se propose de « mesurer l'écart » entre une marche pathologique et une marche dite normale (Schutte et al., 2000). Ce nombre sans dimension est calculé sur la base de 16 variables à l'aide d'analyses en composantes principales. Sur l'idée de départ de l'interdépendance des paramètres de la marche, les auteurs ont voulu créer une mesure simple et quantitative de pathologie globale de la marche. Ainsi, l'objectif est de mesurer combien la marche d'un individu approche ou s'éloigne de la normale. Cette normale, calculée pour chaque établissement sur un minimum de 35 patients sains, diffère peu d'un centre à l'autre. L'avantage évident d'un tel index est la visualisation directe et rapide de cet éloignement de la normale. Ainsi, on sait que plus le nombre est élevé, plus la marche du patient est anormale.

La force de cet outil se situe dans le temps. Dans un suivi de rééducation ou post-chirurgical, il devient un élément fiable et lisible de l'amélioration de la marche (Bothner et al.2003). L'utilisation des valeurs de l'index pour le membre gauche et pour le membre droit donne une idée précise du degré d'anormalité.

Les limites de cet outil se situent, dans le cadre de cette intervention, autour de trois points. D'une part, un normalcy index haut ne signifie pas forcément une marche pathologique. Ainsi, chez certains hémiplegiques, le membre le plus sain peut obtenir un normalcy index plus haut que celui du membre lésé. Ensuite, dans le cas d'une marche très irrégulière, les valeurs de l'index peuvent varier énormément d'un cycle à l'autre. La question se pose dans ce cas du choix du cycle considéré. Enfin, l'absence de la prise en compte des données cinétiques peut poser problème car elles pourraient encore améliorer la pertinence de cet outil par ailleurs performant.

[1] Bothner K. et al. Assessment of the reliability of the normalcy index for children with cerebral palsy. Proc. Of the 8th Annual Meeting, Gait and Clinical Movement Analysis Society, 2003,53-4.

[2] Schutte et al. An index for quantifying deviations from normal gait. *Gait Posture*, 2000,11:25-31.

Orientation du col du fémur pendant le cycle de marche.

VIEHWEGER E., POEMRO V., JACOPIN S., SCORSONE-PAGNI S., GLARD Y., LAUNAY F.,
JACQUEMIER M., JOUVE JL., BOLLINI G.

Laboratoire d'Analyse du Mouvement. Service Orthopédie Pédiatrique, Hôpital d'Enfants de la Timone, 13385
Marseille Cedex 05

Email : elke.viehweger@mail.ap-hm.fr

L'orientation dans l'espace des pièces osseuses et la façon de marcher évoluent pendant la croissance. Pour essayer de comprendre ces variations il importe de connaître les orientations des pièces osseuses pendant le cycle de marche. Le but de notre étude a été de décrire les variations de l'orientation du col du fémur pendant la marche.

Deux groupes d'enfants ont été étudiés ; groupe A : non consultant (27 enfants), groupe B : consultant pour des troubles de la marche en rapport avec un excès d'antéversion fémorale (27 enfants). Un modèle de calcul automatique à partir de la valeur de l'antéversion clinique mesurée et des valeurs calculées des rotations du genou, de la hanche et du bassin a été élaboré.

L'orientation du col dans le plan horizontal, antéversion fonctionnelle, décrit une courbe caractérisée par une succession de phases : une première phase de diminution de 8° d'amplitude jusqu' 18% du cycle de marche, puis une phase ascendante de 15° d'amplitude jusqu'au toe-off, suivie pendant la phase oscillante par une phase descendante de 8° d'amplitude.

La forme de la courbe est proche dans les deux groupes. Si une grande partie de la forme de cette courbe peut être expliquée dans le plan sagittal par les simples mouvements de flexion extension de la hanche, les variations d'amplitude dans le plan horizontal sont en relation avec l'amplitude du secteur de rotation passive externe de la hanche. Des études complémentaires seront nécessaires pour expliquer la variation individuelle de ce secteur de rotation externe.

[1] Quesnel T. Variations of relative anteversion of the femoral neck during walking. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 1998; 20 : 425-429

[2] Fabeck L, Tolley M, Rooze M, Burny F. Theoretical study of the decrease in the femoral neck anteversion during growth. *Cells Tissues Organs*.; 2002; 171(4):269-75.

[3] Kerr AM, Kirtley SJ, Hillman SJ, Van der Linden ML, Hazlewood ME, Robb JE. The mid-point of passive rotation range is an indicator of hip rotation in gait in cerebral palsy. *Gait and Posture* 2003, vol 17, Issue 1, 88-91.

Communications Libres : Infirmité motrice cérébrale – pathologie et rééducation Vendredi 9 février

Intérêt et spécificité de l'analyse tridimensionnelle vidéographique du membre supérieur de l'enfant hémiplégique

BARD R., CHALEAT-VALAYER E., COMBEY A., REDON A., BERNARD JC.

Centre Médico-Chirurgical de Réadaptation des Massues
92, rue E. Locard - 69322 Lyon cedex 05

Email : chaleat-valayer.e@cmcr-massues.com

Introduction

Le membre supérieur atteint de l'enfant hémiplégique nécessite une évaluation particulière, qui doit cerner non seulement l'efficacité du mouvement, mais aussi la qualité gestuelle et surtout le rôle de "membre supérieur d'appoint".

Pour être pertinente cette évaluation doit se baser sur des outils adaptés et validés, qui offrent une reproductibilité et une sensibilité aux changements, pour pouvoir mesurer l'efficacité des thérapeutiques apportées.

Objectif

Nous présentons l'intérêt et la spécificité de deux batteries d'évaluation basées sur l'évaluation vidéographique standardisée, validées en langue anglaise.

- Le MUUL (Melbourne Unilateral Upper Limb Assessment) est une batterie d'évaluation vidéographique validée pour les enfants de 5 à 15 ans. L'évaluation s'attache aux capacités isolées d'un des deux membres supérieurs, avec 16 items englobant les fonctions d'approche, de prise, de manipulation et de lâcher. Le score final est exprimé en pourcentage.
- Le AHA (Assisting Hand Assessment, ou évaluation de la main d'appoint) est un nouvel instrument, validé pour les enfants de 18 mois à 12 ans, qui mesure et décrit l'efficacité avec laquelle un enfant qui a une atteinte unilatérale utilise sa main atteinte lors des activités bimanuelles. Une session de jeu semi-structurée, avec des jouets, est filmée, et 22 items sont cotés sur une échelle de 4 points.

Conclusion

L'utilisation combinée de ces deux batteries d'évaluation permet d'avoir une observation pertinente, aidant à l'orientation thérapeutique et au réajustement des traitements.

La validation de l'AHA en langue française est en cours et des formations validantes seront disponibles en France pour les ergothérapeutes.

[1] Randall M., Johnson L., Reddihough D. The Melbourne Assessment of unilateral Upper Limb Function – test administration manual. Arena Printing – 1999

[2] Krumlinde-Sundholm L., Eliasson AC. Development of the Assisting Hand Assessment: a Rasch-built Measure intended for Children with Unilateral Upper Limb Impairments. *Scan Jour Occup Ther* 2003;10:16-26

Comparaison entre le « melbourne assessment of unilateral upper limb function » et le « quality of upper extremity skills test » (quest) chez des enfants IMC hémiplegiques

KLINGELS K.¹, FEYS H.¹, DESLOOVERE K.^{1,2}, HUENAERTS C.², VAN NULAND I.¹, VAN PELT L.¹,
MOLENAERS G.³, DE COCK P.³

¹Faculté de Kinésithérapie, Université Catholique de Louvain, Belgique

²Laboratoire de l'analyse des mouvements, Hôpital Universitaire de Pellenberg, Belgique

³ Faculté de Médecine, Université Catholique de Louvain, Belgique

Email: catherine.huenaerts@uz.kuleuven.ac.be

Le Melbourne et le QUEST sont tous les deux des tests pour mesurer la fonction du membre supérieur chez l'enfant infirme moteur cérébral (IMC). Le premier but de cette étude est d'évaluer la fiabilité du Melbourne et du QUEST chez des enfants IMC hémiplegiques en comparant les résultats obtenus par deux kinésithérapeutes. Pour cela, le niveau d'accord est mesuré par l'«intra-class correlation coefficient» (ICC). Le deuxième but est d'évaluer la validité des deux tests en comparant le Melbourne, le QUEST et des paramètres cliniques (Modified Ashworth score, Zancolli et House Classification). Pour ces comparaisons, le «Pearson correlation» et le «Spearman rank correlation» sont utilisés. Enfin, l'usage pratique est examiné.

Vingt-neuf enfants hémiplegiques spastiques ont été choisis (âgés entre 2 et 8 ans). L'évaluation prend en compte les résultats du Melbourne, du QUEST et d'un examen clinique. Les tests n'ont pas été concluants chez sept des 29 patients.

Les résultats indiquent un ICC très haut pour le score du Melbourne et du QUEST ainsi que pour la plupart des paramètres du Melbourne et les quatre domaines du QUEST.

Le «Pearson correlation coefficient» entre le Melbourne et le QUEST est de 0.78 indiquant une corrélation modérée à haute. Vu la grande variation entre les scores, nous pouvons conclure que les deux tests n'évaluent pas tout-à-fait la même chose. La corrélation entre les tests et les paramètres cliniques varie entre 0.54 et 0.83. L'usage pratique est à l'avantage du Melbourne qui mesure plutôt la qualité du mouvement.

[1] DeMatteo et al. *Phys Occup Ther Pediatr*, 1993,13(2), 1-18

[2] Randall et al. *Dev Med Child Neurol*, 2001,43, 761-767

Toxine botulique et vitesse angulaire chez l'enfant infirme moteur cérébral marchant. Premiers résultats d'une étude prospective.

B DOHIN¹, A BONNEFOY², L CHEZE², E CHALEAT-VALAYER³, R KOHLER¹.

¹Université Lyon, Lyon, F-69003, France. Université Lyon 1. Hospices Civils de Lyon, Service de chirurgie pédiatrique, Hôpital Herriot, 69437 Lyon cedex 03, France.

²Université Lyon, Lyon, F-69003, France. Université Lyon 1. Laboratoire de biomécanique et modélisation humaine LRE_32.

³Centre Médico-chirurgical des Massues, 69005 Lyon.

Email : bruno.dohin@chu-lyon.fr

Les auteurs rapportent les premiers résultats d'une étude prospective chez l'enfant infirme moteur cérébral (IMC) concernant l'influence du traitement de la spasticité par toxine botulique (TB) sur la vitesse angulaire (VA) du mouvement mesuré en analyse quantifiée de la marche (AQM). Le but était de confirmer que le traitement modifie de manière significative la VA (avec la perspective d'utiliser ce paramètre AQM pour évaluer et adapter le traitement par TB).

Six enfants d'âge moyen 11 ans (9-14 ans) ont bénéficié d'une injection de TB au niveau du couple musculaire rectus femoris -RF- (3U/kg de BOTOX*) et ischio- jambiers internes -IJ- (2U/kg) sur chaque membre (12 membres). Une évaluation clinique et AQM a été réalisée avant traitement puis 2 mois et 6 mois après. Les paramètres étudiés étaient cliniquement la spasticité des muscles et, en AQM, 5 paramètres cinématiques (hanche=2, genou=3) et 5 paramètres de VA correspondants. En fonction de la précision du système AQM et de la variabilité connue de la marche chez l'enfant IMC, une variation de plus de 4° et /ou de plus de 7% était considérée comme significative.

Cliniquement la spasticité du RF a été améliorée pour 8 des 12 membres et celle des IJ pour 6 des 12. En AQM, 67% des mesures cinématiques (pics angulaires) variaient de manière significative contre 81,6% des mesures de VA (pics de VA correspondants aux données cinématiques). Les paramètres de VA variaient significativement et isolément de 18,9% à la première étape, de 31% entre la deuxième et la troisième, et de 24,1% entre la première et la troisième.

Granata (2000) a montré que la VA n'était pas modifiée par l'allongement musculaire. Par contre Tuszon (2003) a montré une relation directe entre la spasticité et la vitesse angulaire. Récemment Diamano (2006) a émis l'hypothèse que le traitement de la spasticité devrait modifier la VA. Les premiers résultats de cette étude suggèrent que le traitement de la spasticité par TB fait varier de manière significative la VA et que celle-ci serait plus sensible que les paramètres cinématiques habituels. Les auteurs poursuivent les investigations pour confirmer ces hypothèses.

Marche avec flexion plantaire précoce chez l'enfant IMC diplégique: éléments en faveur d'une finalité fonctionnelle

BEYAERT C.^{1,2}, PAYSANT J.¹, ANDRE J-M¹

¹ Unité d'Explorations Fonctionnelles, Centre de Médecine Physique et Réadaptation "L Pierquin" 54000 Nancy

² Laboratoire de Physiologie, Faculté de Médecine, Vandoeuvre-les-Nancy

Email : christian.beyaert@medecine.uhp-nancy.fr

Chez l'enfant infirme moteur cérébral ayant une diplégie spastique, la marche en flexion plantaire est considérée comme le résultat de la spasticité des triceps suraux consécutive à une lésion centrale (Crenna, 1998). Au cours de la marche, il existe une réduction du déplacement antérieur et une augmentation du déplacement vertical et/ou latéral du centre de masse (Massaad *et al.*, 2004). Cette caractéristique dynamique pourrait être le résultat d'un contrôle postural. Dans cette hypothèse, la marche de type freinateur favorisée par l'appui précoce sur l'avant-pied en flexion plantaire (suppression du premier pivot) aurait une finalité fonctionnelle.

Chez des enfants diplégiques ayant une marche de type "Jump knee", la cinétique des pieds était évaluée en fonction du type de déroulé de marche (G1: digitigrade ; G2: digitigrade avec pose talon ; G3 : pose du pied à plat ; G4 : pose initiale du talon ; G5 : pose initiale du talon d'enfants sains). Du groupe 5 au groupe 1, la vitesse de marche, la longueur des pas et le ratio longueur/largeur des pas diminuent. La cinétique des groupes G1, G2, G3 diffère de celle des groupes G4, G5 : le ratio entre le 1^{er} pic et le 2^{ème} pic de la composante horizontale de la FRS est plus élevé; dès le début d'appui le travail négatif exercé au niveau de la cheville freine la dorsiflexion et le déplacement antérieur du corps. Ces caractéristiques dynamiques sont discutées dans le cadre du contrôle dynamique de l'équilibre au cours de la marche.

[1] Crenna P. Spasticity and 'spastic' gait in children with cerebral palsy. *Neuroscience and biobehavioral reviews* 1998,22(4): 571-8.

[2] Massaad F, Dierick F, van den Hecke A & Detrembleur C. Influence of gait pattern on the body's centre of mass displacement in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2004,46(10): 674-80.

Etude du couplage audio-moteur chez des sujets valides par un système de capture du mouvement électromagnétique.

T. HOELLINGER, J. ROBERTSON, A. ROBY-BRAMI, S. HANNETON

Laboratoire de Neurophysique et Physiologie, CNRS UMR 8119, PARIS

Email : thomas.hoellinger@univ-paris5.fr

Les systèmes de capture électromagnétique permettent d'enregistrer des positions et des orientations dans l'espace tridimensionnel au cours du temps. Nous avons développé un système de réalité virtuelle purement auditif couplant les mouvements de la main et de la tête à un générateur sonore tridimensionnel (OpenAl).

Lors de l'expérience, le but du sujet est d'attraper une source sonore fixe. Le son est perçu par des « oreilles virtuelles » placées soit sur la main (mode main) soit sur la tête (mode tête). Les variations sonores perçues par le sujet sont sensibles à la position et l'orientation des « oreilles virtuelles ».

Les résultats préliminaires montrent que lors de l'expérience en mode main le sujet produit plus de mouvements exploratoires. De plus, le pourcentage de réussite en mode main est plus important qu'en mode tête. La réussite dépend également de la position 3D des cibles : elle est plus grande pour les cibles basses et lointaines en mode main et pour les cibles hautes et proches en mode tête.

Cette étude préliminaire a permis de démontrer dans un premier temps la faisabilité de ce type de protocole. La réussite semble dépendre de la capacité à explorer l'espace c'est à dire à améliorer ses entrées sensorielles.

Dans cette étude la capture et l'analyse du mouvement sont appliquées à l'enrichissement de l'environnement d'action dans le cadre de la rééducation.

Remerciements: Cette étude a été financée par le PHRC national 2003 (projet 2727).

Coordination du mouvement du membre supérieur et feedback enrichi chez des patients hémiparétiques .

ROBERTSON, J.^{1,2}, HOELINGER, T.¹, DEBOBLER, S.¹, HANNETON, S.¹,
ROBY-BRAMI, A.^{1,2}

¹Laboratoire de Neurophysique et Physiologie, Rue des St Pères, Paris, UMR 8119.
²Hôpital Poincaré, Garches.

Email : johanna.robertson@rpc.aphp.fr

Notre étude a pour double but de quantifier la coordination du membre supérieur et de fournir un environnement d'apprentissage enrichi pour la rééducation fonctionnelle. En effet, la cinématique des gestes d'approche de la main est altérée chez les patients hémiparétiques¹. La rééducation avec un feedback sonore est un moyen intéressant d'améliorer le contrôle moteur des patients hémiparétiques².

L'analyse du mouvement en temps réel est effectuée par un système électromagnétique 'Polhemus' qui fournit la position et l'orientation 3D de quatre capteurs. Le déplacement des repères osseux pertinents est calculé par des transformations géométriques appropriées grâce à un calibrage préliminaire.³ sujets hémiparétiques ont effectué des mouvements de pointage vers 9 cibles. La moitié des mouvements était accompagnée par un son dont le volume augmentait à l'approche de la cible.

L'analyse cinématique porte sur la fluidité du transport de la main et sur l'amplitude de la rotation du coude et du déplacement de la scapula en fonction de la distance de la cible. Aucun effet du son sur le mouvement n'est décelable sur la durée du mouvement, la vitesse maximale de la main et le nombre de pics de vitesses. Chez le patient présentant la déficience la plus sévère, le son a diminué la participation de la scapula au mouvement. Le peu d'effet du son pourrait être dû à la faible durée du mouvement de pointage.

Ces résultats préliminaires seront utilisés pour diriger des étapes suivantes de développement d'exercices avec retour sonore pour la rééducation du membre supérieur hémiparétique.

[1] Roby-Brami, A. et al. Motor compensation and recovery for reaching in stroke patients. *Acta Neurol Scand* 2003,107, 369-81.

[2] Maulucci, R. A. & Eckhouse, R. H. Retraining reaching in chronic stroke with realtime auditory feedback. *NeuroRehabilitation* 2001,16, 171-82.

Remerciements: Cette étude a été financée par le PHRC national 2003 (projet 2727).

Evolution de la marche de patients atteints de paraplégie spastique familiale

G. DE COULON, S. ARMAND, D. CERONI, V. DE ROSA, A. KAELIN

Hôpital Universitaire de Genève. Laboratoire de la marche

Email : geraldo.decoulon@hcuge.ch

La paraplégie spastique familiale (PSF) ou maladie de Strümpell-Lorrain est caractérisée par une faiblesse et spasticité progressive musculaires des membres inférieures avec divers tableaux cliniques et génétiques. Les symptômes commencent dans le début de l'enfance mais ne montrent, le plus souvent, pas d'aggravation pendant plusieurs années¹. Le but de cette étude est d'investiguer cette hypothèse avec les mesures objectives de l'Analyse Quantifiée de la Marche.

La marche de 5 patients de la même famille atteints de PSF avec une transmission autosomale dominante a été évaluée par un système optoélectronique VICON 460. Le suivi de ces patients varie entre 3 et 12 ans.

Leur marche est similaire avec celle décrite dans la littérature². Deux patients, suivis sur 10 et 12 ans, montrent de petits changements dans leur patron de marche. Un patient montre une légère péjoration de sa marche avec plus de flexion de genou en phase d'appui et moins de flexion plantaire. Un patient, suivi sur 5 ans, a été opéré et montre une amélioration de sa marche. Le dernier patient, suivi sur 4 ans, a bénéficié d'une pompe à Baclofène. Son patron de marche s'est péjorée en triple flexion.

Tous ces patients ont les mêmes anomalies chromosomiques (même famille) mais ont un phénotype différent.

Dans ce type de PSF même si de petits changements sont observés, la marche reste relativement stable dans le temps sans traitement. Concernant les options thérapeutiques, la marche de cette petite population a été améliorée par la chirurgie et péjorée par la pompe à Baclofène.

[1] Fink J.K. *Neurol Clin.* 2002, 20, 711-726.

[2] Klebe S. et al. *J Neurol*, 2004, 251, 571-578.

Communications Libres : Technique et Sport

Vendredi 9 février

Effet de la participation des bras lors de la transition marche - course

DEDIEU P.¹, ZANONE P.-G.¹, DOUTRELOUX J.-P.¹

¹Laboratoire Adaptation Perceptivo-Motrice et Apprentissage, U.F.R. S.T.A.P.S., Université Paul Sabatier, Toulouse.

Email : pdedieu@cict.fr

La marche et la course sont des modes de locomotion spontanés qui font appel à une coordination de l'ensemble des segments corporels. Les membres inférieurs ont un rôle moteur et de support essentiel alors que les membres supérieurs ont surtout un rôle d'équilibration. Ces derniers peuvent être sollicités pour la réalisation d'autres tâches. Des stratégies de compensation permettent alors la continuité du mouvement afin d'altérer le moins possible la stabilité. Nous avons envisagé cette étude afin d'observer, dans le cas de la neutralisation des bras, le comportement locomoteur face à la variation de la vitesse de déplacement autour de la transition marche-course. Huit sujets ont participé à cette étude qui met en évidence le rôle des ceintures pelvienne et scapulaire dans la régulation des perturbations de la coordination inter segmentaire, en particulier du couplage entre les membres supérieurs et les membres inférieurs.

L'effet de l'habileté sportive sur le contrôle postural : sensibilité d'accélérométrie du tronc.

R.C. VAN LUMMEL, J. VAN DER ZWET, JOOST , R.A.M. VAN DER SLIKKE, M. KRIJGER, H. KINGMA

McRoberts, La Haye, La Hollande

Introduction : En position debout les déplacements du centre de gravité sont considérés comme mesure de contrôle posturale. De grands déplacements du centre de gravité sont indicative d'instabilité. Des capteurs fixés au corps, tels que des accéléromètres, peuvent mesurer les mouvements du centre de gravité.

Objectif : L'objectif de cette étude est de déterminer quelles activités et quelles composantes du signal accélérométrique en quelles tâches sont capables de discriminer entre populations avec une habileté sportive différente.

Méthode : Trois populations d'étudiants ont pris part à cette étude: étudiants d'étude non sportive, étudiants en éducation physique et étudiants en éducation physique spécialisés en gymnastique. Les accélérations sont mesurées avec un accéléromètre piezo-capacitive trois-axial (DynaPort[®] MiniMod, McRoberts BV, La Haye, La Hollande) qui est attaché avec une bande élastique près du centre de gravité. Les tâches étaient: attitude tandem, attitude sur une jambe (gauche et droite) avec yeux ouverts, yeux fermés et sur mousse. La variabilité (RMS) des accélérations dans les directions médio-latérale (ML) et antérieur-postérieur (AP) sont analysés en utilisant des méthodes qui identifient les différentes fréquences du signal.

Résultats : Les plus grandes différences dans la variabilité du signal (RMS) entre les différentes conditions (yeux ouverts, yeux fermés et en position sur mousse) ont été trouvées dans les composants de fréquence rapide. Pendant les conditions yeux ouverts et sur mousse tous les valeurs dans la direction ML et 4 sur 6 valeurs dans la direction AP varient de façon significative entre les trois populations (ANOVA, $p < 0.05$). Pendant les conditions avec yeux ouverts aucune des valeurs n'est significative.

Conclusions : Les amplitudes des accélérations du centre de gravité pendant des tâches de balance avec yeux ouverts sont significativement plus petites pour des étudiants en éducation physique. Un résultat imprévu est qu' il n'y pas de différences entre les populations pendant des tâches de balance avec yeux fermés. Des capteurs d'accélérations semblent capables de mesurer des mouvements différents du centre de gravité suite à des différences dans l'habileté sportive.

Effet sur la course de la sollicitation du réflexe d'étirement musculaire au niveau des muscles fléchisseurs plantaires chez l'homme : résultats préliminaires

SCOHIER M. & SCHEPENS B.

Unité de physiologie et de biomécanique de la locomotion, Université catholique de Louvain, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique

Email : benedicte.schepens@loco.ucl.ac.be

Notre travail présente le set-up expérimental mis au point pour solliciter le réflexe d'étirement des muscles fléchisseurs plantaires de la cheville dans la course.

Le réflexe est provoqué par un appareil portable¹ constitué de deux coques soutenant le pied et le mollet articulées au niveau du centre de rotation de la cheville². Le mouvement de la cheville peut être perturbé de façon randomisée à tout moment du cycle grâce à un servomoteur relié à un embrayage. Les variables enregistrées (1kHz) sont les forces de réaction au sol 3-D par des capteurs de force³ placés sous le tapis roulant, l'angle de la cheville par un goniomètre et l'activité électromyographique des fléchisseurs de la cheville par des électrodes de surface.

Deux sujets équipés de l'orthèse au pied droit et courant sur un tapis roulant ont participé à l'étude préliminaire. Nous observons en provoquant une flexion dorsale de la cheville juste avant la phase de contact au sol du pied droit une réponse réflexe sous la forme d'une augmentation de la surface EMG moyenne du Soléaire ainsi qu'une augmentation de la fréquence du pas. L'augmentation de l'activité EMG couvre au minimum la première partie de la phase de contact au sol du pied droit. L'effet de l'apparition de la réponse réflexe sur les paramètres de la course notamment la relation entre l'augmentation de l'EMG et de la fréquence du pas reste à définir.

[1] Battaille S, Renaut D & Schepens B: A new experimental set-up to study stretch reflex responses in human running. *Arch. Physiol. Biochem.* 2004,112: S142

[2] Andersen AB & Sinkjær T: An actuator system for investigating electrophysiological and biomechanical features around the human ankle joint during gait. *IEEE Trans Rehab Eng* 1995,4: 299-306.

[3] Heglund NC: A simple design for a force-plate to measure ground reaction forces. *J Exp Biol* 1981,93: 333-38.

COMMUNICATIONS AFFICHEES

Jeudi 8 & vendredi 9 février

Utilisation d'un modèle 3D du membre supérieur et du dos pour l'analyse des réglages du fauteuil roulant manuel.

PRADON D.¹ CHEZE L.²

¹Laboratoire Laboratoire d'Analyse du Mouvement, Inserm U742, Hôpital Raymond Poincaré, Garches

²Laboratoire de Biomécanique et Modélisation Humaine, Université Claude Bernard Lyon I, Lyon

Email : didier.pradon@rpc.aphp.fr

Nous avons cherché à évaluer les réglages de l'assise et leurs effets sur la technique de propulsion. Pour cela nous avons développé un modèle cinématique 3D du membre supérieur et du dos.

Le modèle 3D constitué de 5 segments pour le membre supérieur (*sternum, clavicula, humerus, avant-bras, main*) et de 4 segments pour la région cervico-dorso-pelvienne (*pelvis, lombaire, thoracique, cervicale*). Cinq sujets paraplégiques bas réalisent un essai d'une minute par conditions expérimentales à une cadence de 1 Hz. Nous avons étudié 18 situations :

- 3 conditions faisant varier l'inclinaison du siège.
- 3 conditions faisant varier le positionnement du siège.
- 2 conditions faisant varier le niveau de résistance à l'avancement.

Les principaux résultats montrent

- Une modification de l'angle d'attaque en fonction du positionnement du siège. Cette variation impose une orientation de la main différente pour saisir le cerceau est à une incidence directe sur le risque de blessure due à une compression excessive du nerf carpien.
- Dans l'objectif d'améliorer la propulsion, il est intéressant de combiner le style semi-circulaire, et les valeurs importantes des paramètres : angle de poussée et pourcentage de la phase propulsive. Nous obtenons les valeurs les plus intéressantes pour un réglage en position reculée.

En conclusion, l'analyse de l'influence des modifications de l'assise sur les paramètres cinématiques de la phase propulsive pour ces sujets démontre l'importance de la sélection du fauteuil lors de son achat, mais aussi de son réglage. Ce travail sera poursuivi au sein du projet SACR-FRM (ANR TecSan 2006).

[1] M.L. Boninger, R.A. Cooper, R.N. Robertson, S.D. Shimada, "three-dimensional puhrim forces during two speeds of wheelchair propulsion", *American Journal of Physical Medicine et Rehabilitation*. 1997, 76(5):420-426.

[2] C.J. Hughes et al., "Biomechanics of wheelchair propulsion as a function of seat position and user-to-chair interface", *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 1992, Vol. 73, pp. 263-269.

[3] F.C.T. van der Helm, H.E.J. Veeger., "Quasi-static analysis of forces in the shoulder mechanism during wheelchair propulsion", *Journal of Biomechanics*, 1996, Vol. 29, pp. 39-52.

Déficit moteur intentionnel dans le syndrome de négligence unilatérale : mise en évidence à l'aide d'un mouvement séquentiel.

REVOL P., JACQUIN-COURTOIS S., RODE G., DELPORTE L., FARNE A., PISELLA L., BOISSON D. et ROSSETTI Y.

UMR Inserm U894-UCBL, Espace et *Action*, Service de Rééducation Neurologique, Hôpital H Gabrielle, Hospices Civils de Lyon, Saint-Genis Laval, France
Bron, France

Introduction : Un patient négligent par atteinte de l'hémisphère droit se comporte comme si la partie gauche de l'espace n'existait plus. Ce patient présente des déficits moteurs pour les mouvements dirigés vers la gauche avec son bras droit et/ou pour les mouvements dirigés vers la droite avec son bras gauche. Ces déficits concernent soit l'initiation, soit l'exécution du mouvement et posent la question sur le rôle d'un déficit attentionnel ou représentationnel sur le contrôle du mouvement.

Objectifs : Evaluer les conséquences de la négligence sur le niveau intentionnel de préparation ou d'anticipation d'une action à l'aide d'un mouvement séquentiel de saisie finalisé à droite ou à gauche.

Méthodes : Neuf patients négligents et de quatre patients contrôles cérébrolésés devaient saisir une balle de tennis situé dans le plan sagittal puis la placer dans un panier situé sur leur droite ou sur leur gauche, à partir de trois points de départ (gauche, centre, droit). Les mouvements ont été enregistrés en 3D grâce à un système Vicon® permettant le calcul des paramètres cinématiques de transport et de saisie uniquement pour le premier mouvement de préhension.

Résultats : Les patients négligents sont significativement ralentis pour initier et exécuter leurs premiers mouvements lorsque ceux-ci sont ultérieurement dirigés vers la gauche, comparés à ceux dirigés vers la droite, quelle que soit la position de départ (latéralisé ou non).

Conclusion : Dans le syndrome de négligence unilatérale, un mouvement dirigé vers une cible centrale est altéré par l'intention initiale de s'achever vers la gauche, ce qui suggère un déficit intentionnel chez ces patients négligents.

Présentation du projet - Evaluation des paramètres de marche et de l'efficacité d'un traitement de physiothérapie chez les patients atteints d'un diabète de Type 2

ALLET L¹, ARMAND S¹, DE BRUIN ED², MONNIN D¹, GOLAY A¹, DE BIE R³

¹ Hôpitaux Universitaires de Genève

² ETH Zurich

³ Université de Maastricht

Contexte:

La littérature mentionne que les patients diabétiques chutent 15 fois plus que les sujets en bonne santé et que ce risque plus important est indépendant d'autres co-morbidités¹.

Objectif:

Ce travail vise dans un premier temps à caractériser la marche des patients atteints de diabète de Type 2 et à investiguer les causes des risques de chute. Dans un second temps, ce travail proposera d'un programme physiothérapeutique dont l'effet sur la marche sera évalué.

Justification

Une revue systématique² de la littérature a été réalisée montrant les caractéristiques communes de la marche des patients atteints d'un diabète Type 2 cependant les causes des chutes n'ont pas pu être clarifiées. Les conditions de laboratoire semblent inadaptées pour comprendre les risques de chute liés de la marche de ces patients. C'est pourquoi nous proposons de quantifier la marche de ces patients en conditions réelles.

Déroulement

Ce projet se déroulera en 3 phases :

- Validation du matériel de mesure (système d'accéléromètres et gyroscopes).
- Caractérisation de la marche des patients atteints d'un diabète avec des différents grades de sévérité et investigation des risques de chute,
- Evaluation de l'efficacité d'un traitement physiothérapeutique sur la marche.

Référence

[1] Cavanagh P.R. et al. Problems with gait and posture in neuropathic patients with insulin dependent diabetes mellitus. Diabet Med, 1992. 9(5): p. 469-74.

[2] Allet L. et al. Gait characteristics of diabetic patients with and without neuropathy - A Systematic Review, Diabetica, Submitted.

Présentation du laboratoire de la Fondation Ellen Poidatz à St Fargeau.

ERIC DESAILLY ^{A,B}, DANIEL YEPREMIAN ^B, FARID HAREB ^B, KHOURI NEJIB ^C, LIONEL LEJEUNE ^B, DJILALI BOUCHACOUR ^B, MICHEL JARRIGE ^B

a : Laboratoire de Mécanique des Solides, Université de Poitiers, UMR-6610, CNRS, SP2MI, BP-30179, 86962 Futuroscope-Chasseneuil Cedex

b : Fondation Ellen Poidatz, 77310 St Fargeau-Ponthierry

c : Service d'Orthopédie Pédiatrique, Hôpital Trousseau, 75012, Paris

desailly@lms.univ-poitiers.fr

La fondation Ellen Poidatz poursuit à St Fargeau en région parisienne une activité d'analyse de la marche initiée par le Dr. Lespargot dans de précédents laboratoires. La dynamique d'équipe est une des forces de cette unité d'analyse de la marche. La démarche clinique y est menée parallèlement à des activités de recherche.

Le matériel utilisé comprend un système cinématographique 3D SagaRT, deux plates formes de forces Kistler, six voies électromyographiques (EMG), et deux cameras numériques. Les examens pratiqués vont de l'examen 3D « complet », aux vidéos face-profil en passant par l'EMG dynamique. Les différents protocoles d'analyse sont abordés.

Les résultats de ces examens sont transmis au médecin prescripteur sur un CD. L'utilisation de ce support est présentée.

En conclusion, les perspectives de développement du laboratoire vont être évoquées.

Le Laboratoire d'Analyse de la Marche et du Mouvement au Liban : Une collaboration Franco-libanaise.

ASSI A.^{1,2}, GHANEM I.^{2,3}, GHOSN R.⁴, SAFI F.², ASMAR M.⁵, LAVASTE F.¹, SKALLI W.¹

⁵ Laboratoire de Biomécanique, CNRS UMR 8005, ENSAM, Paris

⁶ Gait and Motion Analysis lab. - SESOBEL, Ain El Rihani - Liban

⁷ Hôpital Hôtel-Dieu de France, Beyrouth

⁸ Ecole Supérieure d'Ingénieurs de Beyrouth, USJ, Liban

⁹ Pôle de Technologie BERYTECH, Liban

Email : ayman.assi@gmail.com

Le Laboratoire de Biomécanique de l'ENSAM Paris, fondé par le professeur François Lavaste en 1979, est spécialisé dans 3 domaines : 1) Biomécanique et modélisation du système ostéoarticulaire, 2) Ingénierie tissulaire et biomécanique des tissus, 3) Sécurité et ergonomie des transports [1]. Le système EOS[®] (Biospace Med) est l'une de ces innovations majeures les plus récentes, il permet d'obtenir à partir de deux radiographies biplanaires face et profil de la tête aux pieds, à basse dose d'irradiation et en position debout, la reconstruction du squelette humain en 3D.

La collaboration franco-libanaise a commencé depuis 1995 avec le DEA du chirurgien orthopédiste Ismat Ghanem de l'Hôpital Hôtel Dieu de France de Beyrouth (HDF) au LBM. Le besoin en matière de biomécanique de point de vue recherche et application clinique était un élément majeur qui a abouti à la création de la formation en génie Biomédical à l'Ecole Supérieure des Ingénieurs de Beyrouth (ESIB, Université Saint-Joseph). M. Ayman Assi était de la première promotion de cette formation et a effectué son stage puis son DEA au LBM.

En 2004, le CNRS donne son accord pour financer une bourse doctorale « Pays en Développement » pour M. Assi. La thèse débuta en Décembre 2004 et s'articula autour de l'« Analyse Biomécanique de l'Appareil Locomoteur de l'Enfant Infirmes Moteur Cérébral » codirigé par le Pr. Wafa Skalli (LBM) et le chirurgien Ismat Ghanem (HDF). Ce projet a été accepté par le comité CEDRE de financement de recherche entre la France et le LIBAN : il regroupa des équipes du LBM, de l'HDF et de l'ESIB.

Durant ce temps, l'association SESOBEL (Service Social pour le Bien-être de l'Enfant au Liban) et le Dr. Ghanem (médecin traitant à Sesobel) ont monté un projet pour le financement et l'acquisition d'un système d'analyse de la marche vu son utilité dans la prise de décision thérapeutique dans l'handicap moteur. L'association française Partage accepte de financer le projet, par le biais du legs de Mme Fargier, ce qui a permis d'installer le système d'analyse de la marche (Vicon[®]) en Juin 2005 et d'inaugurer le *Gait and Motion Analysis lab.* en Novembre 2005.

Une base de données de 56 enfants sains a été construite dans le cadre de la thèse de M. Assi. Une étude de répétabilité sur les paramètres cinématiques et sur le Normalcy Index (Shutte, Schwartz et al. 2000) a été menée. Une trentaine de patients IMC ont participé à l'étude pour calculer l'incertitude sur le Normalcy Index chez ces patients. Ce travail a été soumis à une revue scientifique et communiqué dans 3 congrès [4]. Un essai préliminaire d'IRM sur un enfant a été mené au Liban pour étudier la faisabilité de la reconstruction musculaire personnalisée en 3D (en collaboration avec le LBM). Les travaux en cours portent sur la reconstruction 3D des membres inférieurs chez les enfants IMC et non IMC : étude de faisabilité et évaluation d'incertitude sur des paramètres cliniques. Ce travail mené sous le système EOS[®], communiqué au GAMEA 2007, sera complété au Liban : une installation d'une cabine de stéréoradiographie (construite au LBM) au Sesobel est prévue en Mars 2007. Pour mieux comprendre la pathologie de l'IMC, et d'aider dans la prise en charge thérapeutique, le couplage entre reconstruction 3D osseuse et analyse de la marche sera effectué.

Remerciements : Toutes les personnes qui ont participé et qui participent dans la collaboration Franco-libanaise qui a permis de développer la recherche et l'application en clinique de la biomécanique au Liban : équipes du LBM ENSAM Paris, ESIB et Faculté de Médecine de l'Université Saint-Joseph, Hôpital HDF Beyrouth, SESOBEL, Partage, Berytech, CNRS, CEDRE.

Références

- [1] <http://bio-web.paris.ensam.fr/>
- [2] <http://www.hdf.usj.edu.lb/>
- [3] <http://www.partage.org/>
- [4] Assi, Ghanem, Skalli et al.; *GAMEA 2006, World Congress of Biomechanics 2006, ESMAC 2006.*