

Éditorial

Membres du Comité d'Organisation SOFAMEA 2009

M. Fabrice MEGROT, PhD
Dr Aurélie LUCET
Dr Ana PRESEDO
M^{me} Hélène PILLET, PhD

Secrétariat scientifique

Dr Donatien GOURAUD
Centre de MPR pour Enfants
de Bois-Larris
Avenue Jacqueline Mallet - BP 67
60260 LAMORLAYE
Tél. +33 (0)3 44 67 11 00
Fax : +33 (0)3 44 67 11 39
donatien.gouraud@wanadoo.fr

M. Robert DARMANA
INSERM U825
Pavillon de Neurologie - CHU Purpan
31059 TOULOUSE Cedex 3
Tél. +33 (0)5 61 77 95 16
robert.darmana@inserm.fr

Secrétariat technique

Techni Média Services / SOFAMEA
23, rue de l'Océan - Mirville
BP 225
85602 Montaigu Cedex
Tél. +33 (0)2 51 46 48 48
Fax : +33 (0)2 51 46 48 50
formation@technimediaservices.fr

Agrément Formation Continue

L'APPAREILLAGE (grand comme petit, prothèses comme orthèses) fait partie intégrante de l'arsenal thérapeutique à disposition du clinicien.

L'analyse du mouvement apporte aujourd'hui dans ce domaine d'incontestables progrès dans le domaine de la technique et des matériaux utilisés, du réglage, de l'analyse des problèmes médicaux et fonctionnels, dans le choix des solutions techniques, etc.

Pour cette édition 2009, la SOFAMEA se propose lors de la journée spécifique d'aborder ce thème avec l'expertise d'un certain nombre d'intervenants reconnus dans leur discipline.

Au programme :

- une journée autour d'un thème spécifique qui est pour 2009 « Appareillage et Analyse du Mouvement ». Ce thème concerne à la fois les cliniciens (chirurgiens orthopédistes pédiatres, pédiatres et neuro-pédiatres, médecins physique et de réadaptation...), para-cliniciens (kinésithérapeutes, ergothérapeutes...), orthoprothésistes, ingénieurs et scientifiques du mouvement.
- une journée avec des communications scientifiques variées provenant des différentes équipes cliniques et scientifiques francophones.

M. Fabrice MEGROT, PhD
*Responsable Comité d'Organisation
SOFAMEA 2009*

Dr Michel JACQUEMIER
Président de l'Association SOFAMEA

APPAREILLAGE ET ANALYSE DU MOUVEMENT

DÉCIDER, CONCEVOIR, ÉVALUER ?

- Appareiller un patient, pour quoi faire ?
Dr P. Blondel, Dr D. Gouraud 10
- La mécanique de l'appareillage : éléments mécaniques, contraintes et matériaux.
M. R. Darmana 10
- Évaluation clinique des orthèses. Problèmes méthodologiques.
Pr P. Thoumie 11

MODÉLISER, MESURER, CARACTÉRISER

- Orthèses et prothèses : émergence de coordinations alternatives.
Pr B. Dan, M^{me} F. Leurs, Dr M. Degelaen, Dr L. De Borre, Pr G. Cheron 13
- Modélisation de la marche de l'amputé fémoral.
M^{me} H. Pillet, M. X. Bonnet, Dr P. Fodé, Pr F. Lavaste, M^{me} W. Skalli 14
- Influence de la vitesse sur la marche d'un amputé fémoral.
M. X. Bonnet, M^{me} H. Pillet, Dr P. Fodé, M^{me} W. Skalli, Pr F. Lavaste 15
- L'analyse de la montée et de la descente des escaliers chez les personnes amputées de membre inférieur.
Dr P. Fodé, M. A. Pawlowski, M. X. Bonnet, M^{me} H. Pillet, Pr F. Lavaste, M. N. El Fettahi 16
- L'imagerie médicale dynamique, une autre approche pour étudier la cinématique articulaire. Application à l'appareillage.
M. F. Marin

RÉGLER L'APPAREILLAGE, EN ÉVALUER LES EFFETS

- Place de l'Analyse Quantifiée du Mouvement (AQM) dans l'indication et l'adaptation de l'appareillage en pratique clinique chez l'enfant marchant avec paralysie cérébrale (PC).
Dr C. de Lattre, M^{me} I. Férotin 18
- Intérêt d'une approche cinétique simplifiée dans le réglage des prothèses : une étude préliminaire.
Dr C. Beyaert 19
- Appareillage par orthèses plantaires biomécaniques thermoformées et analyse du mouvement d'un cas clinique en post traumatologie.
Dr M. Zimmermann, M. D. Hasdenteufel, M. N. Legrand, M. S. Delacroix, M. A. Lavigne 21

ANALYSER L'INTERACTION DU PATIENT AVEC SON APPAREILLAGE

- Analyse du mouvement de propulsion en Fauteuil Roulant Manuel.
M^{me} L. Cheze, M. R. Dumas, M. G. Desroches 23

VALIDER, COMPRENDRE, RÉÉDUQUER PAR L'ANALYSE DU MOUVEMENT

- Valider un appareillage, étudier le patient appareillé, rééduquer par biofeedback.
Dr N. Martinet

MÉTHODOLOGIE

- Intérêt du Functional Ambulation Profile dans la détermination du type d'atteinte motrice chez les enfants Infirmes Moteurs Cérébraux.
Dr J. Leroux, M. J. Bredin, Dr H. Caci, Dr J-P. Flambart, Dr J. Griffet 26
- La validité du Gillette Gait Index et de l'Edinburgh Visual Gait Score chez l'adulte.
M^{lle} K. Bervet, M. A. Cretual 27
- L'index pied-sol : un repère complémentaire pour l'analyse quantifiée de la marche.
Dr X. Deries, M. Y. Delpierre, Dr D. Colin 28
- Système d'aide au diagnostic assisté par ordinateur pour le système musculo-squelettique des membres inférieurs.
Dr T-T. Dao, Dr F. Marin, Pr M-C. Ho Ba Tho 29
- Étude de validité d'une méthode de quantification de la marche par magnéto-métrie.
M^{lle} E. Raffin, Pr P. Giraux, M. S. Bonnet 30
- Étude de validation d'un nouvel outil d'analyse de la marche chez les enfants paralysés cérébraux.
Dr F. Degache, M. M. Perrier, Dr B. Bayle, Pr V. Gautheron 31
- Création d'un algorithme évaluant la stabilité au cours de la marche lancée à partir des paramètres spatiotemporels.
M. A. Gouelle, M. F. Mégrot, Dr A. Yelnik, Dr G-F. Penneçot 32

MOUVEMENT, MOTRICITÉ, CONTRÔLE MOTEUR

- Répartition des efforts exercés sur la main courante lors de l'équilibre stationnaire du « 2 Roues » en FRM.
M. C. Bankole, M. E. Delpéche, M. E. Watelain, Dr N. Roche, M. D. Pradon 34

- Effet d'une perturbation en flexion dorsale de la cheville sur les paramètres biomécaniques de la course : résultats préliminaires.
M. M. Scohier, M. D. DeJaeger, Dr B. Schepens 35
- Variabilité du pattern de course (étude préliminaire).
M. P. Dedieu 36
- Impact de l'augmentation de la vitesse de marche sur la coordination segmentaire des membres inférieurs chez 27 patients hémiparétiques.
M^{lle} E. Hutin, M. D. Pradon, M. F. Barbier, Pr J-M. Gracies, Pr B. Bussel, Dr N. Roche 37
- Caractérisation cinématique du cycle de marche des footballeurs à 2 ans postopératoires de la reconstruction du LCA.
Dr A. Ben Moussa Zouita, M. S. Zouita, Dr C. Dziri, Pr F. Z. Ben Salah 38
- Descripteurs posturocinétiques et Paralysie Cérébrale
Dr F. Chantaine, C. Schreiber, M^{lle} A. Remacle, Dr P. Filipetti 39
- Caractérisation de l'instabilité posturale de patients diabétiques avec et sans neuropathie par l'accélération du tronc.
Dr K. Turcot, M^{me} L. Allet, Pr P. Hoffmeyer, Pr A. Golay, M. S. Armand 40
- Influence d'une lésion musculaire du genou dans les performances posturales d'athlètes membres de l'équipe nationale d'athlétisme.
Dr S. Lebib, R. Hammami, Pr F. Z. Ben Salah, Dr I. Miri, Dr C. Dziri 41

TRIBUNE NOUVEAUX CHERCHEURS

- Abstract de William Samson.
M. W. Samson 43
- Profil d'une « nouvelle chercheuse » en analyse du mouvement.
Dr A-F. Huffenus 44
- Abstract de Nicolas Lampire.
M. N. Lampire 45

MODÉLISATION, SIMULATION

- Simulation de l'extensibilité musculaire maximale par modélisation musculo-squelettique. Contribution au diagnostic différentiel conduisant à la décision d'allongement musculaire chez l'enfant IMC.
M. E. Desailly, Dr K. Nejb, Dr D. Yepremian, Dr F. Hareb, M. L. Lejeune, M. D. Bouchakour, Dr P. Sardain, Pr P. Lacouture 47
- Modélisation cinématique du thorax pour l'analyse de la marche pathologique. Étude préliminaire.
M. S. Armand, Dr M. Sangeux, Pr P. Hoffmeyer, Dr R. Baker 48

MEMBRE SUPÉRIEUR

- Estimation in-vivo du centre de rotation de l'articulation gléno-humérale par méthodes fonctionnelles : comparaison au centre anatomique de la tête humérale.
M. M. Lempereur, F. Leboeuf, Dr S. Brochard, J. Rousset, Pr O. Rémy-Néris 50
- Reproductibilité test-retest d'une nouvelle méthode de palpation des marqueurs anatomiques appliquée à l'épaule.
Dr P. Salvia, M. L. D'Auzac de Lamartinie, M. J. Honinckx, M. V. Sholukha, M. F. Mossaeiv, Dr S. Van Sint Jan, Pr M. Rooze 51

RÉÉDUCATION ET STRATÉGIES THÉRAPEUTIQUES

- Effet d'une rééducation spécifique de la prise de précision chez l'adulte cérébro-lésé : résultats préliminaires.
M^{lle} D. Dispa, Pr T. Lejeune, Pr J-L. Thonnard 53
- Les effets d'une thérapie par contrainte (Constraint Induced Movement Therapy CIMT) sur le comportement moteur d'enfants présentant une hémiparésie.
Dr A-F. Hufenus, Dr M. Lemay, les membres du programme DMC 54
- Traitement de la marche de type genou raide chez les patients avec une paralysie cérébrale.
Dr A. Presedo, M. Mehrafshan, M. F. Megrot, Dr B. Ilharreborde, Dr F. Fitoussi, Dr P. Souchet, Pr K. Mazda, Pr G-F. Penneçot 55

MARCHE NORMALE / MARCHE PATHOLOGIQUE

- Quels sont les facteurs associés à l'instabilité de la marche des patients diabétiques ?
*M^{me} L. Allet, M. S. Armand, Pr K. Aminian, Dr B. Le Callennec,
Pr A. Golay, Dr Z. Pataky, R. de Bie, M. D. Monnin, Dr E. D. de Bruin* 57
- Analyse de la marche dans la maladie de Charcot-Marie-Tooth :
apport de l'EMG dynamique.
*Dr C. Boulay, Dr M. Jacquemier, Dr V. Pomeroy, Dr E. Viehweger,
M. Custaud, M^{me} S. Scorsonne-Pagni, Dr Y. Glard, Dr S. Jacopin,
Pr J-L. Jouve, Pr B. Chabrol, Pr G. Bollini* 58
- EMG dynamique : reproductibilité des cycles de marche à partir de l'analyse
des footswitchs.
*Dr V. Pomeroy, Dr C. Boulay, Dr E. Viehweger, Dr Y. Glard, Pr G. Bollini,
Pr J-L. Jouve, Dr M. Jacquemier* 59
- Analyse électromyographique (EMG) des co-contractions musculaires (COM)
des membres inférieurs chez l'enfant sain et hémiplégique lors de la marche
confortable, lente et rapide.
M^{lle} S. Berder, Dr S. Brochard, M. M. Lempereur, Pr O. Rémy-Néris 60
- Influence sur les paramètres spatiaux de la marche du traitement
par toxine botulique du pied équin spastique.
Dr I. Miri, Dr S. Lebib, S. Ghorbel, S. Koubaa, Pr F. Z. Ben Salah, Dr C. Dziri 61
- Effet sur la cinématique des aides de marche dans la paralysie cérébrale.
*Dr D. Yepremian, M. L. Lejeune, M. M. Jarrige, M. E. Desailly,
M. D. Bouchakour, Dr F. Hareb, Dr K. Nejib* 62

POSTERS

- Dossier médical informatisé de l'examen orthopédique de l'enfant
handicapé moteur - Présentation et perspectives d'avenir.
Dr J. Griffet, Dr J. Leroux, H. Rauscent, A. Carlier, Dr J-P. Flambart 64
- Attelle « Releveur Liberté » : effets sur la cinématique de cheville.
*M^{me} L. Arsenaull, M. L. Delporte, M. P. Revol, Dr P-O. Sancho,
Dr J. Lauauté, Pr Y. Rossetti, Pr D. Boisson* 65

APPAREILLAGE ET ANALYSE DU MOUVEMENT

- Décider, concevoir, évaluer ? 9
- Modéliser, mesurer, caractériser 12
- Régler l'appareillage, en évaluer les effets 17
- Analyser l'interaction du patient avec son appareillage 22
- Valider, comprendre, rééduquer par l'analyse du mouvement

APPAREILLAGE ET ANALYSE DU MOUVEMENT : DÉCIDER, CONCEVOIR, ÉVALUER ?

- Appareiller un patient, pour quoi faire ?
Dr P. Blondel, Dr D. Gouraud
- La mécanique de l'appareillage : éléments mécaniques, contraintes et matériaux.
M. R. Darmana 10
- Évaluation clinique des orthèses. Problèmes méthodologiques.
Pr P. Thoumie 11

La mécanique de l'appareillage : éléments mécaniques, contraintes et matériaux

M. R. DARMANA

*INSERM U825, CHU Purpan - Toulouse (31)
Université Toulouse III Paul Sabatier - Toulouse (31)*

La conception de l'appareillage fait appel à des connaissances en génie mécanique et en génie des matériaux mais aussi bien sûr à des connaissances en physiologie et biomécanique du mouvement. L'objet de cet exposé portera essentiellement sur les éléments mécaniques de la conception de manière à donner aux non-mécaniciens des bases sur l'ensemble de ces éléments.

Les matériaux et leurs natures, métalliques, plastiques, composites seront énoncés et les caractéristiques mécaniques intrinsèques de chacun seront précisées. Les sollicitations auxquelles ils peuvent être soumis seront décrites également, de la traction simple au flambement, certaines étant beaucoup plus répandues que d'autres. Enfin la géométrie de section et son orientation par rapport à l'axe de la charge seront plus développées car pouvant être un artifice pour augmenter la rigidité des pièces mécaniques. En effet, la physiologie impose souvent un dimensionnement des éléments de conception qui crée de graves soucis au concepteur. Prise dans le bon sens une même section d'un même matériaux peut présenter une rigidité largement augmentée. Des exemples numériques préciseront ces notions.

Évaluation clinique des orthèses. Problèmes méthodologiques

Pr P. THOUMIE

*Service de Rééducation Neuro-orthopédique
Hôpital Rothschild - Paris (75)*

Les orthèses sont des dispositifs médicaux contribuant à l'amélioration de la fonction chez les patients présentant une incapacité transitoire ou définitive en rapport avec une pathologie de l'appareil locomoteur ou du système nerveux. À ce titre, leur efficacité doit être évaluée avec le même souci que pour le médicament, même si les modalités d'évaluation des dispositifs médicaux peuvent en différer dans certains aspects méthodologiques.

Évaluer une orthèse ne peut se limiter à l'évaluation technologique du dispositif qui ne peut rendre compte de l'utilisation au quotidien. Différentes observations correspondant à des technologies variées peuvent être citées (orthèses de marche par exemple) et illustrent clairement qu'une innovation technologique peut ne pas être suivie de l'utilisation du dispositif au quotidien malgré des évaluations initiales prometteuses. De plus, ces dispositifs ne peuvent être évalués sans faire référence à la prestation de l'appareilleur ou du distributeur qui peuvent être déterminants dans sa tolérance et son utilisation au quotidien.

Le succès de l'utilisation d'un dispositif médical repose en effet non seulement sur la performance d'utilisation en laboratoire mais surtout sur l'appropriation du dispositif par le patient en fonction de sa tolérance, de ses performances dans ses propres conditions de vie réelle, de ses réactions vis à vis de ce qui peut apparaître comme une stigmatisation du handicap. Dès lors, seule une évaluation incluant des paramètres cliniques mais également sociologiques est pertinente pour réaliser une évaluation exhaustive de l'utilisation des dispositifs médicaux.

Ceci est la raison pour laquelle différentes équipes ont proposé au cours des dernières années des échelles d'évaluation des aides techniques incluant des paramètres de satisfaction intéressant les performances de l'orthèse au quotidien mais également la satisfaction par rapport à la prestation du fournisseur. Une échelle générique telle que l'ESAT présente des qualités méthodologiques validées susceptibles de la voir appliquée en complément de toute évaluation des orthèses.

À l'instar de développements en cours concernant d'autres dispositifs comme le fauteuil roulant, il y a lieu de penser que des échelles plus spécifiques seront développées au cours des prochaines années pour augmenter encore la sensibilité des échelles actuelles aux modifications et aux innovations technologiques dans le domaine de l'orthèse.

APPAREILLAGE ET ANALYSE DU MOUVEMENT : MODÉLISER, MESURER, CARACTÉRISER

- Orthèses et prothèses : émergence de coordinations alternatives.
Pr B. Dan, M^{me} F. Leurs, Dr M. Degelaen, Dr L. De Borre, Pr G. Cheron 13
- Modélisation de la marche de l'amputé fémoral.
M^{me} H. Pillet, M. X. Bonnet, Dr P. Fodé, Pr F. Lavaste, M^{me} W. Skalli 14
- Influence de la vitesse sur la marche d'un amputé fémoral.
M. X. Bonnet, M^{me} H. Pillet, Dr P. Fodé, M^{me} W. Skalli, Pr F. Lavaste 15
- L'analyse de la montée et de la descente des escaliers
chez les personnes amputées de membre inférieur.
*Dr P. Fodé, M. A. Pawlowski, M. X. Bonnet, M^{me} H. Pillet,
Pr F. Lavaste, M. N. El Fettahi* 16
- L'imagerie médicale dynamique, une autre approche pour étudier
la cinématique articulaire. Application à l'appareillage.
M. F. Marin

Orthèses et prothèses : émergence de coordinations alternatives

Pr B. DAN ^{1,2,3}, M^{me} F. LEURS ¹, Dr M. DEGELAEN ²,
Dr L. DE BORRE ², Pr G. CHERON ^{1,3}

¹ *Laboratoire de Biomécanique du Mouvement, Institut de Sciences de la Motricité,
Université Libre de Bruxelles - BELGIQUE*

² *Centre d'Analyse du Mouvement, Hôpital Universitaire des Enfants,
Université Libre de Bruxelles - BELGIQUE*

³ *Laboratoire d'Électrophysiologie, Université de Mons-Hainaut - BELGIQUE*

Les raffinements technologiques de l'analyse multimodale du mouvement ont ouvert la voie à de nouvelles dimensions de la physiologie du contrôle moteur. Il en va de même des applications aux troubles moteurs rencontrés dans diverses situations pathologiques. L'analyse du mouvement y a pris une place dans l'approche diagnostique. Elle a également permis de développer une phénoménologie propre. Celle-ci est mise à profit pour la modélisation. L'analyse du mouvement est aussi de plus en plus utilisée en pratique clinique dans la planification du traitement et dans l'évaluation des résultats de celui-ci. Nous proposons ici une réflexion sur son utilisation par rapport au matériel orthotique et prothétique en nous appuyant sur le traitement ainsi que la modélisation des données électromyographiques et de coordination. Nous nous intéresserons particulièrement aux effets du port d'orthèses sur l'organisation de la marche de l'enfant sain et l'enfant présentant une infirmité motrice cérébrale, ainsi que ceux de prothèses de membre inférieur chez l'amputé transfémoral.

Modélisation de la marche de l'amputé fémoral

M^{me} H. PILLET¹, M. X. BONNET¹, Dr P. FODÉ², Pr F. LAVASTE¹, M^{me} W. SKALLI¹

¹ LBM Arts et Métiers ParisTech, Centre de Paris, CNRS - Paris (75)

² Centre d'Etudes et de Recherches sur l'Appareillage des Handicapés (CERAH) - Woippy (57)

MOTS-CLEFS : *amputé fémoral, cinématique, dynamique*

INTRODUCTION :

La marche de l'amputé fémoral est altérée d'autant plus lors du franchissement d'obstacles (escalier) [1] ou lorsque la vitesse de marche varie [2]. Les travaux présentés ici s'appuient sur une collaboration entre le Laboratoire de biomécanique d'Arts et Métiers ParisTech (centre de Paris), le Centre d'Etude et de Recherche sur l'Appareillage des Handicapés et la société Protéor.

Ce partenariat nous a permis d'analyser la marche de sujets amputés fémoraux sur sol plat à vitesse confortable (27 sujets), en faisant varier les vitesses (8 sujets) ou dans des escaliers (4 sujets).

OBJECTIFS :

L'objectif de ces analyses est de caractériser la marche des amputés fémoraux sur le plan cinématique et dynamique.

MATÉRIEL ET MÉTHODES :

Pour l'ensemble de ces analyses la méthode est commune. Le corps est modélisé comme un système de 12 solides rigides articulés. La cinématique des segments corporels est mesurée à l'aide d'un système Vicon. Deux plateformes de force permettent d'enregistrer les forces et moments appliqués par les membres inférieurs sur le sol. Afin de calculer les actions mécaniques articulaires, un modèle dynamique doit être mis en place permettant notamment d'obtenir les propriétés inertielles des segments. Un modèle géométrique a été défini pour les segments sains s'appuyant sur l'utilisation de photographies (face/profil) prises simultanément avec l'acquisition statique par le système optoélectronique. Pour la partie prothétique, ces photos permettent également de recalibrer les éléments de prothèse lorsqu'on dispose de leur modèle numérique ou d'estimer les caractéristiques inertielles dans le cas contraire.

RÉSULTATS :

Les résultats sur sol plat confirment une altération de la marche des sujets amputés fémoraux liés en partie aux capacités fonctionnelles des composants prothétiques ainsi qu'aux compensations mises en œuvre par les amputés. L'analyse dynamique apporte des éléments utiles pour le choix des composants prothétiques.

DISCUSSION-CONCLUSION :

Les modèles cinématique et dynamique mis en place permettent de caractériser la marche des sujets amputés fémoraux et de prendre en compte les spécificités de l'appareillage.

BIBLIOGRAPHIE :

[1] Schmalz, S., et al., Biomechanical analysis of stair ambulation in lower limb amputees .

Gait & Posture, Volume 25, Issue 2, Pages 267 - 278

[2] Murray, M.P., et al., Gait patterns in above-knee amputee patients:

hydraulic swing control vs constant-friction knee components. Arch Phys Med Rehabil, 1983. 64(8) : p. 339-45.

Influence de la vitesse sur la marche d'un amputé fémoral

M. X. BONNET¹, M^{me} H. PILLET¹, Dr P. FODÉ², M^{me} W. SKALLI¹, Pr F. LAVASTE¹

¹ LBM Arts et Métiers ParisTech - Paris (75)

² Centre d'Etudes et de Recherches sur l'Appareillage des Handicapés (CERAH) - Woippy (57)

MOTS-CLEFS : *amputé fémoral, genou prothétique, vitesses de marche*

INTRODUCTION :

Plusieurs auteurs ont montré l'importance du choix du genou prothétique [1] et de son alignement [2] dans la marche de l'amputé fémoral. Pour assurer une marche fonctionnelle, le genou doit être capable de s'adapter à différentes vitesses de marche permettant au patient de varier ses activités.

OBJECTIFS :

L'objectif est d'évaluer la cinématique de différents genoux prothétiques à différentes vitesses de marche.

MÉTHODES :

6 patients amputés fémoraux actifs (2 genoux polycentriques, 3 monoaxiaux) ont bénéficié d'une analyse de la marche au Centre d'Etude et de Recherche sur l'Appareillage des Handicapés. La cinématique des segments corporels a été enregistrée selon le protocole décrit par Goujon [3]. Les sujets ont réalisés trois séries de passages à trois vitesses : lente, de confort et rapide. Un groupe contrôle était composé de 6 sujets asymptomatiques.

RÉSULTATS :

Chez les sujets sains, l'amplitude de flexion du genou en phase d'appui augmente de 9°/m/s avec la vitesse de marche ($R^2=0.6$) et l'amplitude en phase oscillante augmente de 10°/m/s avec la vitesse de marche ($R^2=0.8$). Chez l'amputé fémoral, les résultats montrent que certains genoux ne s'adaptent pas aux changements de vitesse entraînant une flexion excessive en phase oscillante à vitesse élevée.

DISCUSSION-CONCLUSION :

Chez le sujet amputé, l'asymétrie entre le genou sain et prothétique augmente lorsque la vitesse de marche varie. Cette étude met également en évidence l'importance du réglage des dispositifs de régulation de la flexion et de l'extension au cours de la phase oscillante des genoux prothétiques.

BIBLIOGRAPHIE :

- [1] Murray, M.P., et al., Gait patterns in above-knee amputee patients: hydraulic swing control vs constant-friction knee components. *Arch Phys Med Rehabil*, 1983. 64(8): p. 339-45.
- [2] Schmalz, T., S. Blumentritt, and R. Jarasch, Energy expenditure and biomechanical characteristics of lower limb amputee gait: the influence of prosthetic alignment and different prosthetic components. *Gait Posture*, 2002. 16(3): p. 255-63.
- [3] Goujon, H., et al., A functional evaluation of prosthetic foot kinematics during lower-limb amputee gait. *Prosthetics and Orthotics International*, 2005. 30(2): p. 213-223.

L'analyse de la montée et de la descente des escaliers chez les personnes amputées de membre inférieur

Dr P. FODÉ¹, M. A. PAWLOWSKI¹, M. X. BONNET²,
M^{me} H. PILLET², Pr F. LAVASTE², M. N. EL FETTAHI¹

¹ Centre d'Etudes et de Recherches sur l'Appareillage des Handicapés (CERAH) - Woippy (57)

² LBM Arts et Métiers ParisTech, Centre de Paris, CNRS - Paris (75)

MOTS-CLEFS : *escaliers, amputé fémoral, cinématique, dynamique*

INTRODUCTION :

Les nombreuses études de la marche sur terrain plat ont permis de caractériser les processus mis en œuvre au cours de cette activité.

Dans la vie quotidienne, de nombreux obstacles se dressent devant l'individu : plan incliné, dévers, escaliers... La description des mécanismes mis en œuvre par l'analyse de données cinématiques et cinétiques au cours de ces franchissements sont encore rares.

Au travers de ces travaux réalisés en collaboration avec le Laboratoire de Biomécanique d'Arts et Métiers Paris Tech et la société Protéor, une comparaison est établie entre le sujet asymptotique et le sujet amputé transfémoral.

MATÉRIEL ET MÉTHODE :

Un escalier dynamométrique fixé sur deux plates-formes de force permet de mesurer les forces et les moments appliqués par les membres inférieurs sur chacune des marches. La cinématique est enregistrée à l'aide d'un système Vicon à 8 caméras infrarouge cadencées à 120 Hz.

L'étude portant sur 23 sujets « asymptotiques » a permis de déterminer un corridor moyen pour les angles articulaires au niveau la cheville et du genou, les composantes verticales et antéro-postérieures des efforts au niveau du sol ainsi que les couples articulaires au niveau de la cheville et du genou au cours d'un cycle de montée et de descente.

Ces résultats ont été comparées aux mesures obtenues pour la phase de descente sur 4 sujets amputés transfémoraux appareillés avec un genou prothétique à microprocesseur.

RÉSULTATS :

L'étude de la descente d'escalier confirme que dans cette phase le genou est sollicité de manière plus importante qu'au cours de la marche sur terrain plat (le couple articulaire peut être jusqu'à trois fois plus élevé).

Cette étude préliminaire permet d'appréhender les mécanismes de fonctionnement des genoux prothétiques à assistance par microprocesseur dans des conditions de charge et de mouvement critique.

BIBLIOGRAPHIE :

[1] Protopapadaki, A., et al., (2007) « Hip, knee, ankle kinematics and kinetics during stair ascent and descent in healthy young individuals. » *Clinical Biomechanics* (Bristol, Avon), 22, 203-210.

[2] Schmalz, T., Blumentritt, S, & Marx, B. (2007). *Biomechanical analysis of stair ambulation in lower limb amputees. Gait posture*, 25, 267-278.

APPAREILLAGE ET ANALYSE DU MOUVEMENT : RÉGLER L'APPAREILLAGE, EN ÉVALUER LES EFFETS

- Place de l'Analyse Quantifiée du Mouvement (AQM) dans l'indication et l'adaptation de l'appareillage en pratique clinique chez l'enfant marchant avec paralysie cérébrale (PC).
Dr C. de Lattre, M^{me} I. Férotin 18
- Intérêt d'une approche cinétique simplifiée dans le réglage des prothèses : une étude préliminaire.
Dr C. Beyaert 19
- Appareillage par orthèses plantaires biomécaniques thermoformées et analyse du mouvement d'un cas clinique en post traumatologie.
*Dr M. Zimmermann, M. D. Hasdenteufel, M. N. Legrand,
M. S. Delacroix, M. A. Lavigne* 21

Place de l'Analyse Quantifiée du Mouvement (AQM) dans l'indication et l'adaptation de l'appareillage en pratique clinique chez l'enfant marchant avec paralysie cérébrale (PC)

Dr C. DE LATTRE^{1,2}, M^{me} I. FÉROTIN^{1,2}

¹ Hospices Civils de Lyon - L'Escale service de MPR pédiatrique - Bron (69)

² Unité INSERM 864 « Espace et Action » - Bron (69)

MOTS-CLEFS : *cerebral palsy, gait analysis, orthosis*

INTRODUCTION :

L'AQM est un des rares outils permettant de justifier certaines thérapeutiques fonctionnelle chez l'enfant avec handicap moteur (chirurgie multisisites, toxine botulinique,...) ; la littérature actuelle s'intéresse de plus en plus aux travaux concernant l'appareillage de fonction chez l'enfant avec PC. Ces études ont pu prouver l'intérêt de l'utilisation des orthèses courte de fonction dans l'amélioration du schéma de marche, et permis de réfléchir à d'autres moyens pour tendre vers les pré-requis de marche de Gage 1-5.

OBJECTIFS :

À travers plusieurs exemples précis, cette présentation souhaite donner un aspect plus accessible à l'utilisation de l'AQM en pratique clinique à l'instar des autres outils d'évaluation de l'enfant avec PC6.

MÉTHODE :

L'analyse de marche en laboratoire n'est plus un simple outil de recherche d'où sa reconnaissance récente par la CCAM. Elle permet au quotidien d'optimiser les indications d'appareillage et leur adaptation. Il ne s'agit pas seulement d'améliorer ce qui est en place mais de changer certaines orthèses qui aggrave un schéma déjà pathologique.

RÉSULTATS :

Les différents cas cliniques présentés tendent à mettre en évidence l'apport de l'appareillage de fonction dans le changement des bras de levier comme le propose Rodda, que ce soit par des orthèses courtes de fonction ou des corsets de posture.

DISCUSSION-CONCLUSION :

Le développement du nombre des laboratoires de marche plus « clinique » nous incite à se poser d'autres questions et à s'y référer de façon plus « quotidienne » pour améliorer notre prise en charge chez ces enfants mais aussi adulte avec paralysie cérébrale.

Intérêt d'une approche cinétique simplifiée dans le réglage des prothèses : une étude préliminaire

Dr C. BEYAERT

*Laboratoire d'analyse du Mouvement, Centre de Réadaptation Louis Pierquin,
Institut Régional de Réadaptation de Nancy (54)
Laboratoire de Physiologie, Faculté de Médecine de Nancy (54)*

Chez l'amputé transtibial unilatéral, l'analyse tridimensionnelle de la marche montre habituellement une asymétrie de la dynamique des principales articulations des membres inférieurs entre le côté amputé et le côté sain (Nolan & Lees, 2000). Cette asymétrie dépend du type de pied prothétique (Underwood et al., 2004) et du réglage des alignements de la prothèse (Schmalz et al., 2002; Grumillier et al., 2008; Beyaert et al., 2008). En début d'appui, la force de réaction du sol (FRS) passe normalement en arrière du genou et exerce un moment externe de flexion du genou qui est associé à un travail interne d'absorption lors de la mise en charge du membre (Winter, 1991). Il a été montré, chez l'amputé transtibial unilatéral, que le moment interne d'extension du genou (opposé au moment externe de flexion) en début d'appui était diminué du côté amputé (effet protecteur) et augmenté du côté sain (rôle de compensation) et que cette asymétrie était augmentée lors d'un réglage transversal inconfortable du pied prothétique (Beyaert et al., 2008). Cette variable s'avérerait utile pour le réglage des prothèses mais la nécessité d'utiliser actuellement un modèle tridimensionnel des membres inférieurs rend cette démarche trop longue en pratique. Une approche cinétique simplifiée est actuellement en cours d'étude par notre équipe. Le moment externe qu'exerce la FRS sur le genou est le produit vectoriel entre la FRS et sa distance perpendiculaire par rapport au centre du genou. Ces variables ont été calculées en utilisant un nouveau repère local axé selon l'axe de flexion du genou et la verticale. En reprenant les données de l'étude précédente, au cours de la marche, le moment global exercé par la FRS sur le genou était principalement lié à sa composante sagittale (différence de $0,8 \pm 0,6\%$). Le moment sagittal du genou, la FRS sagittale et la distance sagittale FRS-Genou étaient calculés pour le côté prothétique et le côté sain, dans les trois conditions de réglage transversal du pied prothétique. Sur l'ensemble de l'étude, le moment sagittal de genou était davantage corrélé à la distance sagittale FRS-Genou qu'à la valeur de la FRS sagittale, lors de la flexion maximale du genou ($r=0,98$ et $r=0,71$, respectivement) ainsi que pour les valeurs intégrées sur la période de moment sagittal de flexion du genou en début d'appui ($r=0,88$ et $r=0,82$, respectivement). Les 3 variables, moment, distance et FRS, étaient significativement plus élevées du côté sain que du côté amputé, dans les 3 conditions d'alignement du pied prothétique. Du côté amputé, ces 3 variables étaient inchangées entre les 3 conditions d'alignement. Du côté sain, le moment sagittal de flexion de genou était augmenté en condition d'alignement inconfortable (rotation interne) par rapport à la condition d'alignement initial habituel. Cette augmentation du moment était associée à une augmentation significative de la distance sagittale FRS-Genou tandis que la FRS sagittale restait inchangée. Cette première étude montre une très forte corrélation de type linéaire ($R^2=0,95$) entre le moment sagittal de genou et la distance sagittale FRS-genou. La distance sagittale FRS-genou, qui seule expliquait les variations de moment sagittal du genou du côté sain lors des différents alignements du pied prothétique, pourrait être une variable intéressante pour le réglage des prothèses. D'une façon générale, le système nerveux central assure un contrôle de la motricité en contrôlant les variables cinétiques telles que les moments articulaires (Winter & Eng, 1995). Cette première étude montre l'importance de la position relative de la FRS par rapport à l'articulation dans la régulation de la dynamique sagittale du genou. Une telle régulation pourrait s'appliquer dans d'autres plans (plan frontal du genou) ou pour d'autres articulations des membres inférieures. La mesure de la distance de la FRS par rapport à une articulation permettrait alors une approche cinétique articulaire simplifiée dans divers troubles de la marche.

RÉFÉRENCES :

- Beyaert C, Grumillier C, Martinet N, Paysant J & Andre JM. (2008) Compensatory mechanism involving the knee joint of the intact limb during gait in unilateral below-knee amputees. *Gait & posture* 28(2): 278-84
- Grumillier C, Martinet N, Paysant J, Andre JM & Beyaert C. (2008) Compensatory mechanism involving the hip joint of the intact limb during gait in unilateral trans-tibial amputees. *J Biomech* 41 (14): 2926-31.
- Nolan L & Lees A. (2000) The functional demands on the intact limb during walking for active trans-femoral and trans-tibial amputees. *Prosthet Orthot Int* 24(2): 117-25.
- Schmalz T, Blumentritt S & Jarasch R. (2002) Energy expenditure and biomechanical characteristics of lower limb amputee gait: The influence of prosthetic alignment and different prosthetic components. *Gait and Posture* 16(3): 255-63.
- Underwood HA, Tokuno CD & Eng JJ. (2004) A comparison of two prosthetic feet on the multi-joint and multi-plane kinetic gait compensations in individuals with a unilateral trans-tibial amputation. *Clinical Biomechanics* 19(6): 609-16.
- Winter D editor. (1991) *Biomechanics and Motor Control of Human Gait: Normal, Elderly and Pathological*. Waterloo, Ontario: University of Waterloo Press.
- Winter DA & Eng P. (1995) Kinetics: our window into the goals and strategies of the central nervous system. *Behav Brain Res* 67(2): 111-20.

Appareillage par orthèses plantaires biomécaniques thermoformées et analyse du mouvement d'un cas clinique en post traumatologie

Dr M. ZIMMERMANN¹, M. D. HASDENTEUFEL²,
M. N. LEGRAND², M. S. DELACROIX², M. A. LAVIGNE³

¹ C.R.E.M.S.O.P - Boulogne Billancourt (92)

² Laboratoire Clinique de Podologie et du Sport - Paris (75)

³ Institut National de Podologie - Paris (75)

MOTS-CLEFS : *orthèses plantaires, analyse du mouvement, post traumatologie*

INTRODUCTION :

Les orthèses plantaires sont utilisées dans la correction de troubles de l'appareil locomoteur. Bien que leurs succès cliniques ne soient plus à démontrer, leurs effets biomécaniques sont peu mis en avant. L'objectif de cette étude est de les quantifier.

MATÉRIEL ET MÉTHODE :

Un patient présente un pied gauche équin post traumatique avec une rétraction du triceps sural. Sa marche est caractérisée par la perte de contact du talon au sol et des douleurs des loges postérieures de la jambe et de la cuisse, apparaissant après 15 minutes, avec un score EVA à 5/10. Des orthèses plantaires biomécaniques thermoformées lui sont confectionnées sur mesure dont la gauche est principalement constituée d'un effet ascensionnel postérieur de 20 mm. Son but est de soutenir l'arrière pied afin d'éviter qu'il ne chute et engendre l'excès de travail douloureux du triceps sural. Deux analyses quantifiées de la marche, sans puis avec orthèses, sont réalisées.

RÉSULTATS :

Les résultats montrent que l'orthèse permet une augmentation bilatérale et une symétrisation de la longueur de l'enjambée, dû à l'augmentation de la longueur du pas du membre gauche. A l'attaque du pas, la flexion plantaire de la cheville diminue, l'extension du genou et la flexion de hanche augmentent, permettant la récupération d'une phase taligrade. Le contact initial ne se fait plus au niveau du médio pied mais bien sous l'arrière pied. De ce fait, l'action des fléchisseurs dorsaux de la cheville réapparaît à l'attaque du pas alors que l'excès d'action des fléchisseurs plantaires diminue en phase plantigrade. Dans le même temps, l'action inappropriée des fléchisseurs du genou disparaît au profit d'une action des extenseurs [1, 2]. Après 10 jours de port quotidien, le patient rapporte une valeur EVA à 1/10.

DISCUSSION-CONCLUSION :

L'action disto-proximale de l'orthèse permet, par couplage ostéo-articulaire, d'éviter l'excès de traction des fléchisseurs plantaires et notamment du triceps sural. De plus, l'augmentation de la surface portante, via l'orthèse, aboutit à une redistribution des charges sous le pied. L'ensemble de ces modifications conduit au soulagement du patient.

BIBLIOGRAPHIE :

- [1] Kerrigan & al. Arch Phys Med Rehabil 81: 38-44, 2000
- [2] Perry & al. Arch Phys Med Rehabil 84: 7-16, 2003

APPAREILLAGE ET ANALYSE DU MOUVEMENT : ANALYSER L'INTERACTION DU PATIENT AVEC SON APPAREILLAGE

- Analyse du mouvement de propulsion en Fauteuil Roulant Manuel.
M^{me} L. Cheze, M. R. Dumas, M. G. Desroches 23

Analyse du mouvement de propulsion en Fauteuil Roulant Manuel

M^{me} L. CHEZE, M. R. DUMAS, M. G. DESROCHES

UMR_T9406 Laboratoire de Biomécanique et Mécanique des Chocs , Université de Lyon (69)
Université Lyon 1 - Villeurbanne (69) - INRETS - Bron (69)

INTRODUCTION :

Cette étude se situe dans le contexte du projet de recherche SACR-FRM, regroupant 6 laboratoires universitaires, des centres hospitaliers et technologiques ainsi qu'un industriel. L'objectif global de ce projet, financé par l'ANR en 2006, est d'améliorer le choix et les réglages des fauteuils roulants manuels afin d'augmenter les capacités de déplacement et de minimiser les traumatismes et pathologies induites par cette aide technique.

MATÉRIEL ET MÉTHODES :

Afin de quantifier les amplitudes et moments articulaires lors de la propulsion en FRM, un cycle de propulsion a été enregistré sur deux sujets valides. Les données expérimentales correspondent aux 6 composantes d'efforts aux roues et sous le siège, ainsi qu'aux trajectoires tridimensionnelles de 58 marqueurs représentant l'ensemble des segments corporels et de 5 marqueurs fixés sur le fauteuil.

Le sujet est représenté comme une chaîne de 16 segments rigides (tête, thorax, abdomen, bassin, bras, avant-bras, mains, cuisses, jambes et pieds) sur lesquels sont attachés des systèmes de coordonnées segmentaires (Wu et al., 2002 et 2005), articulés par des liaisons sphériques parfaites. Les centres articulaires sont définis par régression (Reynolds et al., 1982 ; Reed et al., 1999) ainsi que les paramètres inertiels (Dumas et al., 2007). Les moments et les vitesses articulaires sont calculés, par une stratégie montante depuis les deux extrémités (mains), par un algorithme de dynamique inverse basé sur les torseurs d'efforts et les quaternions (Dumas et al., 2004). L'indice de stabilité, correspondant à l'angle entre les vecteurs moment et vitesse articulaires (Dumas & Cheze, 2008), est aussi calculé à l'épaule.

RÉSULTATS :

L'évolution, au cours d'un cycle de propulsion, des angles et moments articulaires ainsi que de l'indice de stabilité sont présentés à l'épaule.

DISCUSSION :

Ces premières données expérimentales, enregistrées sur des sujets valides, avaient pour intérêt d'obtenir des résultats pour des sujets non entraînés, mais surtout de permettre la mise en place des modélisations cinématique et dynamique. Il reste à vérifier la cohérence de celles-ci, en comparant les efforts obtenus par stratégie montante (depuis les mains) et descendante (depuis la plateforme sous le siège). Il faut ensuite enregistrer des sujets paraplégiques pour des réglages différents du fauteuil afin d'analyser l'influence de ces réglages sur les paramètres biomécaniques calculés.

RÉFÉRENCES :

- Dumas, R., Aissaoui, R., de Guise, J.A. (2004) A 3D generic inverse dynamic method using wrench notation and quaternion algebra. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 7:159–166
- Dumas, R., Cheze, L., Verriest J.P. (2007) Adjustments to McConville et al. and Young et al. Body Segment Parameters. *Journal of Biomechanics*, 40(3):543-53
- Dumas, R., Cheze, L. (2008) "Hip and knee joints are more stabilized than driven during the stance phase of gait: an analysis of the 3D angle between joint moment and joint angular velocity" *Gait & Posture*, 28(2):243-250

VENDREDI 16 JANVIER 2009

• Méthodologie	25
• Mouvement, motricité, contrôle moteur	33
• Tribune Nouveaux Chercheurs	42
• Modélisation, simulation	46
• Membre supérieur	49
• Rééducation et stratégies thérapeutiques	52
• Marche normale / Marche pathologique	56

MÉTHODOLOGIE

- Intérêt du Functional Ambulation Profile dans la détermination du type d'atteinte motrice chez les enfants Infirmes Moteurs Cérébraux.
Dr J. Leroux, M. J. Bredin, Dr H. Caci, Dr J-P. Flambart, Dr J. Griffet 26
- La validité du Gillette Gait Index et de l'Edinburgh Visual Gait Score chez l'adulte.
M^{lle} K. Bervet, M. A. Cretual 27
- L'index pied-sol : un repère complémentaire pour l'analyse quantifiée de la marche.
Dr X. Deries, M. Y. Delpierre, Dr D. Colin 28
- Système d'aide au diagnostic assisté par ordinateur pour le système musculo-squelettique des membres inférieurs.
Dr T-T. Dao, Dr F. Marin, Pr M-C. Ho Ba Tho 29
- Étude de validité d'une méthode de quantification de la marche par magnéto-métrie
M^{lle} E. Raffin, Pr P. Giroux, M. S. Bonnet 30
- Étude de validation d'un nouvel outil d'analyse de la marche chez les enfants paralysés cérébraux.
Dr F. Degache, M. M. Perrier, Dr B. Bayle, Pr V. Gautheron 31
- Création d'un index évaluant la stabilité au cours de la marche lancée à partir des paramètres spatiotemporels.
M. A. Gouelle, M. F. Mégrot, Dr A. Yelnik, Dr G-F. Penneçot 32

Intérêt du Functional Ambulation Profile dans la détermination du type d'atteinte motrice chez les enfants Infirmes Moteurs Cérébraux

Dr J. LEROUX ¹, M. J. BREDIN ², Dr H. CACI ¹, Dr J-P. FLAMBART ², Dr J. GRIFFET ¹

¹ C.H.U de Nice (06)

² Unité Clinique d'Analyse du Mouvement (UCAM) Institut Rossetti - Nice (06)

MOTS-CLEFS : FAP, GGI, hémiplégié, diplégie

INTRODUCTION :

Les enfants IMC marchants ont une atteinte motrice prédominant souvent aux membres inférieurs, responsable de troubles de la marche (i.e. diplégie, hémiplégié). L'Analyse Quantifiée de la Marche (AQM) permet, grâce au calcul du Gillette Gait Index (GGI) à partir de paramètres cinématiques, de classer ces différentes pathologies (Viehweger et al., 2004). Or, cet examen est long et ne peut être réalisé que dans une Unité Clinique d'Analyse du Mouvement. En revanche, d'autres outils évaluent les anomalies de la marche, comme le tapis de marche portable GAITRite®. Il peut être utilisé presque partout et permet le calcul, à partir des paramètres spatio-temporels recueillis, du Functional Ambulation Profile (FAP), score évaluant l'instabilité de la marche.

OBJECTIFS :

L'objectif de ce travail est de savoir si le FAP permet de classer ces pathologies. L'hypothèse sous-jacente à cette étude est que plus l'atteinte de la marche est sévère, plus l'instabilité (estimée par le FAP) augmente.

MATÉRIEL ET MÉTHODE :

Pour cela, 16 diplégiques, 10 hémiplegiques de type 1, 12 de type 2, 10 de type 3 et 8 de type 4 ont participé à cette étude. Ils ont été examinés dans les UCAM(M) de Nice et de Bois-Larris. Pour valider notre échantillon, chaque enfant a eu une AQM avec calcul du GGI à l'aide du système Vicon®. Puis, les paramètres spatio-temporels ont été obtenus par le GAITRite®, permettant alors de calculer le FAP pour chaque enfant. La distribution de notre échantillon ne suivant pas une loi normale, les résultats ont été analysés par le test non-paramétrique de Kruskal-Wallis.

RÉSULTATS :

Il existe une différence significative du GGI entre chaque groupe. Par contre, nous ne trouvons de différence significative du FAP qu'entre les groupes diplégique et hémiplegique de type 1, entre les groupes hémiplegique de type 1 et 4 et entre les groupes hémiplegique de type 2 et 4.

DISCUSSION-CONCLUSION :

Nos résultats concernant le GGI corroborent ceux de la littérature et valident ainsi notre échantillon. Par contre, notre hypothèse de travail n'est que partiellement validée. L'identification du type de pathologie à l'aide du FAP, en l'état, semble difficile.

La validité du Gillette Gait Index et de l'Edinburgh Visual Gait Score chez l'adulte

M^{lle} K. BERVET¹, M. A. CRETUAL²

¹ CMRRF de Kerpape - Ploemeur (56)

² Université Haute Bretagne Rennes 2 - Rennes (35)

MOTS-CLEFS : *marche, Gillette Gait Index, Edinburgh Visual Gait Score, adulte, validation*

INTRODUCTION :

Dans le cadre de l'Analyse Quantifiée de la Marche (AQM) chez l'adulte, nous nous sommes intéressés au Gillette Gait Index (GGI)[3] et à l'Edinburgh Visual Gait Score (EVGS)[2]. Le GGI est un indice basé sur une comparaison des mesures tridimensionnelles de mouvement entre une population valide de référence et un patient donné. L'EVGS est une échelle visuelle basée sur une mesure vidéo.

OBJECTIFS :

L'objectif de ce travail est de valider chez l'adulte le GGI et l'EVGS. Ce sont 2 outils de mesure permettant de quantifier objectivement les défauts de marche.

MÉTHODES :

Le GGI est calculé à partir des données obtenues par un système optoélectronique de capture du mouvement. L'EVGS provient d'une grille d'évaluation remplie en visionnant une vidéo.

Notre groupe témoin compte 26 sujets, 11 hommes et 15 femmes, d'un âge moyen de 33,8 ans.

Notre groupe patient compte 18 patients, 8 hommes et 10 femmes, d'un âge moyen de 41 ans.

Ces patients sont atteints de pathologies touchant le système nerveux central et marchant de façon autonome avec ou sans aide de marche.

RÉSULTATS :

Pour le groupe témoin, nous avons obtenu un GGI moyen de 15,67. Il est à noter que cette moyenne est très proche des valeurs de référence [3].

Pour le groupe patient, le GGI est compris entre 53,3 et 751,7 ; et l'EVGS entre 4 et 32,8 pour une moyenne avec 6 observateurs (masseur-kinésithérapeutes).

Nous réalisons ensuite une corrélation entre le GGI et l'EVGS. Nous obtenons un coefficient de corrélation latéralisé de 0,68 en moyenne avec un R² de 0,46 ; et un coefficient de corrélation des GGI moyennés droit/gauche et des EVGS sommés droit/gauche de 0,9 avec un R² de 0,82.

DISCUSSION-CONCLUSION :

Actuellement dans la littérature, ces mesures sont validées et corrélées l'une à l'autre pour des enfants IMC [1]. Même si les valeurs moyennes peuvent éventuellement être différentes entre l'adulte et l'enfant, les paramètres mesurés ne sont pas spécifiques à la pédiatrie. Nos résultats de corrélation, comparables à ceux obtenus chez l'enfant [1], semblent indiquer que le GGI est également valide et utilisable chez l'adulte.

BIBLIOGRAPHIE :

[1] Hillmann et coll. (2007) J Pediatr Orthop

[2] Read et coll. (1999) Gait & Posture

[3] Schutte et coll. (2000) Gait & Posture

L'index pied-sol : un repère complémentaire pour l'analyse quantifiée de la marche

Dr X. DERIES¹, M. Y. DELPIERRE², Dr D. COLIN²

¹ Centre Régional de Rééducation et Réadaptation Fonctionnelle - Angers (49)

² Centre de l'Arche - St Saturnin (72)

MOTS-CLEFS : marche, cinématique, angle du pied, analyse

INTRODUCTION :

La cinématique de la marche en analyse quantifiée, est étudiée à l'aide de nombreuses courbes [1]. L'impression visuelle peut être trompeuse notamment en cas d'attaque du pas par la pointe, surtout chez l'IMC où plusieurs profils de marche sont décrits [2,3].

OBJECTIFS :

L'index pied-sol (APS) représente l'évolution au cours du cycle de marche de l'angle que fait la face plantaire globale du pied avec le sol. Le but de cette étude est de valider cet APS (population normale) et de montrer - son utilité (notamment chez le paralysé cérébral).

MÉTHODE :

En AQM, l'APS est fonction de la différence entre les hauteurs des marqueurs placés au niveau des orteils et celui au niveau du talon. Il peut aussi être obtenu par le calcul :

$APS = -T+H+C-G$ avec C = angle de flexion de la cheville; T = tilt du bassin; H = angle de flexion de la hanche; G = angle de flexion du genou; C = angle de flexion de la cheville.

Un système Vicon250 à 5 caméras (50Hz) a permis la capture de la marche (20 sujets sains et 2 patients IMC). Le modèle appliqué est celui du « Plug In Gait ».

RÉSULTATS :

Lors du cycle de marche normale, à l'attaque du pas, l'APS est de 20°, puis il s'annule (appui de la plante du pied au sol). Vers 40% du cycle, le talon se soulève : l'APS devient négatif avec une négativité maximale en début de phase oscillante. Durant celle-ci, la négativité de l'angle diminue et l'APS redevient positif au début de l'appui. Dans les exemples présentés, le premier patient a une insuffisance des releveurs : l'APS est faible à l'attaque du pas. Le second patient révèle un APS négatif et variant peu en amplitude (équin permanent).

DISCUSSION-CONCLUSION :

On retient notamment les valeurs suivantes :

- Amplitude du relevé du pied
- Temps de tenue du pied en position relevée
- % du cycle de marche en position plantigrade (hypertonies ou hypo-activités du triceps).

Ainsi, l'index pied-sol, résultant de la flexion de hanche, du genou, et de la cheville, est un complément des courbes de cinématique du plan sagittal.

BIBLIOGRAPHIE :

- [1] Veil E et al. « La marche humaine, la course et le saut »(2000)
 [2] Rodda J et al. « Classification of gait pattern in spastic hemiplegia and spastic diplegia: a basis for a management algorithm » European journal of neurology(2001)
 [3] Armand S « Analyse Quantifiée de la Marche : extraction de connaissances à partir de données pour l'aide à l'interprétation clinique de la marche digitigrade », Thèse (2005)

Système d'aide au diagnostic assisté par ordinateur pour le système musculo-squelettique des membres inférieurs

Dr T-T. DAO, Dr F. MARIN, Pr M-C. HO BA THO

Université de Technologie de Compiègne (60)

MOTS-CLEFS : *système d'aide au diagnostic assisté par ordinateur, système musculosquelettique, membres inférieurs*

INTRODUCTION :

Pour diagnostiquer et traiter une pathologie du système musculo-squelettique, le clinicien, grâce à ses expertises, donne un diagnostic basé sur les données du patient, par exemple: l'imagerie, les mesures cliniques, etc. Et réciproquement, l'interprétation de ces données améliore l'expérience du clinicien. Mais la communication, le transfert de cette expérience, et la comparaison des approches ne sont pas toujours simples et intelligibles.

OBJECTIF :

Notre Système d'Aide à la Décision utilisant une Ontologie (SysADO) a été développé pour expliciter de façon formelle des connaissances cliniques et biomécaniques du système musculo-squelettique. Une application clinique est présentée concernant les anomalies rotationnelles.

MÉTHODE :

SysADO comprend quatre composantes principales. La première composante est une ontologie, nommée OSMMI (Ontologie du Système Musculosquelettique des Membres Inférieurs) [1]. La deuxième composante est une base de données pour collecter les observations cliniques, les données mécaniques, et les données de l'analyse du mouvement (cinématique, dynamique, EMG). La troisième composante est la méthode de l'arbre de décision [2] pour construire un modèle de prédiction médicale. La dernière composante est une interface utilisateur permettant l'implémentation et l'utilisation des connaissances cliniques ainsi formalisées.

RÉSULTATS :

Les relations entre les paramètres cliniques des anomalies rotationnelles (Q-angle, angle de torsion tibiale, angle de rotation latérale et médiale de la hanche, angle d'empreinte du pied, etc.) ont été présentées à travers l'arbre de décision spécifique aux anomalies rotationnelles. Une interface interactive a été développée sous forme d'un site Web afin d'évaluer les anomalies rotationnelles.

DISCUSSION-CONCLUSION :

L'utilisation de l'ontologie et de l'arbre de décision pour déduire des relations entre des paramètres mesurés et des observations cliniques est une nouvelle approche pour développer des modèles de diagnostic médical.

BIBLIOGRAPHIE :

[1] Dao, T.T., Marin, F., Ho Ba Tho, M.C., *Ontology of the musculo-skeletal system of the lowers limbs*, EMBS 2007, Lyon, France, 386-389.

[2] Quinlan, J.R., *C4.5 Programs for Machine Learning*, Morgan-Kaufmann Publishers, 1993

Étude de validité d'une méthode de quantification de la marche par magnétométrie

M^{lle} E. RAFFIN ¹, Pr P. GIRAUX ¹, M. S. BONNET ²

¹ CHU Bellevue - Saint-Étienne (42)

² CEA Grenoble (38)

MOTS-CLEFS : *marche, validation, magnétométrie*

INTRODUCTION :

L'analyse de la marche est majoritairement réalisée en laboratoire, à l'aide de plateformes de force, de capteurs cinématiques : (Hreljac, 2000). Ces mesures en laboratoires ne reflètent pas l'activité réelle des patients. Il y a donc besoin d'un outil d'enregistrement de longue durée, en ambulatoire, afin d'évaluer les performances de marche de patients dans des conditions écologiques.

OBJECTIFS :

Le but de cette étude est de valider la mesure quantitative de la marche d'un outil basé sur une approche magnétométrique, en la comparant à une méthode de référence basée sur des capteurs de pression plantaire.

MÉTHODES :

Dix sujets ont participé à un test de marche réalisé sur un parcours standard. Les sujets étaient équipés du système Trident sur le tibia droit, (couplage d'un magnétomètre et d'un accéléromètre), et de trois FSR (Footswitchs) sur leur semelle de chaussure droite (capteurs de pression plantaire). En détectant conjointement les phases de la marche, nous pourrions valider les algorithmes de segmentation du cycle de marche utilisés par notre méthode. Cette méthode consiste à effectuer une recherche des points caractéristiques sur le signal de vitesse angulaire du tibia, (Aminian, 2002), et à partir de ces données temporelles, de compter leurs occurrences afin d'estimer le nombre de pas.

RÉSULTATS :

Nos résultats montrent que sur un parcours standardisé d'environ 5 minutes, comportant des modifications de terrains, les mesures Trident se situent dans un intervalle de confiance fixé à 5% avec les mesures du système de référence FSR ; avec un coefficient de corrélation entre les 2 séries de mesures de 0.98.

DISCUSSION-CONCLUSION :

Dans cette étude, nous apportons la preuve que les magnétomètres sont adaptés à une analyse quantitative de la marche. Grâce à une détection des variations d'inclinaison pure du champ magnétique dans le plan sagittal, nos algorithmes permettent une détection automatique d'un ensemble de critères de la marche dont le nombre de pas. La petite taille, la nature non-invasive des capteurs, ainsi que la robustesse du traitement du signal ouvre la voie à une meilleure compréhension du niveau d'activité, des patterns de marche des patients dans leur vie quotidienne.

Étude de validation d'un nouvel outil d'analyse de la marche chez les enfants paralysés cérébraux

Dr F. DEGACHE, M. M. PERRIER, Dr B. BAYLE, Pr V. GAUTHERON

Service MPR, Hôpital Bellevue - Saint-Étienne (42)

MOTS-CLEFS : *Paralysie Cérébrale, enfants, marche, score de Gillette, GAIRite*

INTRODUCTION :

Aider les enfants atteints de paralysie cérébrale à découvrir puis et à perfectionner leurs possibilités de déplacement et de déambulation, est un des buts essentiels de l'action thérapeutique. Ceci implique une connaissance approfondie de leurs capacités de marche.

OBJECTIFS :

Le but de cette étude était d'essayer de trouver un ou des paramètres spatio-temporels du pattern de marche corrélés au score de Gillette afin de disposer d'un outil objectif d'évaluation des capacités de marche de l'enfant paralysé cérébral.

MÉTHODE :

5 sujets âgés de 6 à 14 ans ($\pm 4,4$), répondant aux classes 1 à 3 du score GMFCS de Palisano ont été inclus dans l'étude. Une évaluation des qualités de marche par l'échelle de Gillette a été réalisée à la suite d'une évaluation des paramètres spatio-temporels de marche par une tapis de type GAIRite®.

RÉSULTATS :

Ainsi 13 paramètres spatio-temporels corrélés au score de Gillette ont été mis en évidence. Tous ces paramètres sont liés à la vitesse de déplacement.

DISCUSSION :

Les résultats montrent une corrélation des paramètres liés à la vitesse de foulée et du pas des patients. Les paramètres concernant la foulée et le pas des enfants paralysés cérébraux sont à prendre en compte dans le processus de prise en charge rééducative.

CONCLUSION :

Une étude future devra comprendre un plus grand nombre de sujets et centrer son investigation sur les paramètres corrélés.

BIBLIOGRAPHIE :

- Dusing SC, Thorpe DE. A normative sample of temporal and spatial gait parameters in children using the GAIRite electronic walkway. *Gait Posture* 2007; 25(1):135-9.
- Tervo RC, Azuma S, Stout J, Novacheck T. Correlation between physical functioning and gait measures in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2002; 44(3):185-90.

Création d'un algorithme évaluant la stabilité au cours de la marche lancée à partir des paramètres spatiotemporels

M. A. GOUELLE¹, M. F. MÉGROT¹, Dr A. YELNIK², Dr G-F. PENNEÇOT³

¹ U.C.A.M.M. / C.M.P.R.E. Bois-Larris - Lamorlaye (60)

² Service de Médecine Physique et de Réadaptation, GH Lariboisière F. Widal - Paris (75)

³ Service de Chirurgie orthopédique, Hôpital Robert Debré - Paris (75)

MOTS-CLEFS : *index, stabilité, marche lancée, paramètres spatiotemporels*

INTRODUCTION :

Que ce soit chez l'enfant IMC ou la personne âgée, il est courant d'observer une instabilité pendant la marche pouvant accroître le risque de chute. De nombreux auteurs ont cherché à identifier des paramètres déterminant la stabilité, principalement chez les sujets âgés chuteurs [2, 3], moins chez l'enfant [1]; pourtant il n'existe actuellement aucun outil évaluant clairement la stabilité au cours de la marche lancée.

OBJECTIFS :

Le but de notre travail est de développer un index de stabilité au cours de la marche, basé sur des paramètres spatiotemporels et utilisable à la fois chez l'enfant et l'adulte.

MÉTHODE :

À partir des données individuelles enregistrées lors du passage sur un tapis de marche GAITRite et des données d'une population normale référence, les variations d'un pas à l'autre de paramètres spatiotemporels (longueur de pas, vitesse, quatre phases du cycle de marche) sont utilisées pour calculer un index.

RÉSULTATS :

L'algorithme développé permet l'obtention d'un index dont l'augmentation indiquerait une instabilité et un risque de chute accrus et une valeur proche de zéro signerait une stabilité excellente. Une partie graphique permet en outre de comparer le pattern de marche du sujet à une population référence.

DISCUSSION-CONCLUSION :

La mesure de la stabilité au cours de la marche lancée peut fournir d'importantes informations pour évaluer le risque de chute du sujet et suivre les progrès réalisés par exemple lors d'une rééducation.

BIBLIOGRAPHIE :

- [1] Hausdorff J et al. « Maturation of gait dynamics: stride-to-stride variability and its temporal organization in children » *Journal of Applied Physiology* 86:1040–1047, 1999
- [2] Maki B « Gait changes in older adults: predictors of falls or indicators of fear » *J Am Geriatr Soc* 45(3):313–20, 1997
- [3] Winter D et al. « Biomechanical walking pattern changes in the fit and healthy elderly » *Physical Therapy* 70(6):340–347, 1990.

MOUVEMENT, MOTRICITÉ, CONTRÔLE MOTEUR

- Répartition des efforts exercés sur la main courante lors de l'équilibre stationnaire du « 2 Roues » en FRM.
M. C. Bankole, M. E. Delpech, M. E. Watelain, Dr N. Roche, M. D. Pradon 34
- Effet d'une perturbation en flexion dorsale de la cheville sur les paramètres biomécaniques de la course : résultats préliminaires.
M. M. Scohier, M. D. DeJaeger, Dr B. Schepens 35
- Variabilité du pattern de course (étude préliminaire).
M. P. Dedieu 36
- Impact de l'augmentation de la vitesse de marche sur la coordination segmentaire des membres inférieurs chez 27 patients hémiparétiques.
M^{lle} E. Hutin, M. D. Pradon, M. F. Barbier, Pr J.-M. Gracies, Pr B. Bussel, Dr N. Roche 37
- Caractérisation cinématique du cycle de marche des footballeurs à 2 ans postopératoires de la reconstruction du LCA.
Dr A. Ben Moussa Zouita, M. S. Zouita, Dr C. Dziri, Pr F. Z. Ben Salah 38
- Descripteurs posturocinétiques et Paralysie Cérébrale.
Dr F. Chantraine, C. Schreiber, M^{lle} A. Remacle, Dr P. Filipetti 39
- Caractérisation de l'instabilité posturale de patients diabétiques avec et sans neuropathie par l'accélération du tronc.
Dr K. Turcot, M^{me} L. Allet, Pr P. Hoffmeyer, Pr A. Golay, M. S. Armand 40
- Influence d'une lésion musculaire du genou dans les performances posturales d'athlètes membres de l'équipe nationale d'athlétisme.
Dr S. Lebib, R. Hammami, Pr F. Z. Ben Salah, Dr I. Miri, Dr C. Dziri 41

Répartition des efforts exercés sur la main courante lors de l'équilibre stationnaire du « 2 Roues » en FRM

M. C. BANKOLE¹, M. E. DELPECH¹, M. E. WATELAIN²,
Dr N. ROCHE¹, M. D. PRADON¹

¹ Laboratoire d'Analyse du Mouvement, CIC-IT, Hôpital Raymond Poincaré, APHP - Garches (92)

² HandiBio, EA 4322, Université du Sud Toulon Var - La Garde (83)

MOTS-CLEFS : *fauteuil roulant, deux roues, équilibre stationnaire*

INTRODUCTION :

Plusieurs études réalisées sur la propulsion du fauteuil roulant manuel (FRM) ont montré que l'autonomie de déplacement était liée à la maîtrise du « deux roues » (2R) [1].

Le 2R correspond à l'habileté motrice à se maintenir en équilibre sur les roues arrière du FRM. À notre connaissance, peu de travaux se sont focalisés sur l'étude de la dynamique du 2R.

OBJECTIF :

L'objectif de notre étude est de déterminer l'existence ou non de stratégies de répartition des efforts exercés par la main sur le cerceau lors de l'équilibre « stationnaire ».

MÉTHODE :

11 sujets sains experts du 2R ont participé à cette étude. Tous ont utilisé un fauteuil roulant commun, équipé d'une roue instrumentée enregistrant les efforts exercés par la main sur le cerceau. Pour cela, les sujets ont réalisé 3 sessions de 30 secondes. Les calculs ont été réalisés sur 5s consécutives d'équilibre stationnaire [2].

RÉSULTATS :

Chaque composante de force a été normalisée par rapport à la somme des forces. Ce ratio nous permet d'interpréter la distribution des efforts de la main sur le cerceau. Nous observons pour F_x : 0.36 ± 0.20 , F_y : 0.40 ± 0.30 et F_z : 0.27 ± 0.08 , ainsi qu'une force totale de $18.29N \pm 4.43$. Par ailleurs, la variation de l'angle de saisie du cerceau est de $1.84^\circ \pm 0.91$.

DISCUSSION-CONCLUSION :

Cette faible variation de l'angle de saisie confirme que les sujets étaient en condition d'équilibre stationnaire. Cependant, il existe une grande variabilité des composantes de forces appliquées sur le cerceau sur X et Y aussi bien entre les différents essais qu'entre les sujets. Cette variabilité s'explique par le changement de technique par les sujets, d'un essai à un autre. Ces résultats corroborent ceux d'études récentes qui ont révélé l'existence de techniques variées dans le maintien de l'équilibre stationnaire [1-2].

BIBLIOGRAPHIE :

[1] Bonaparte et al. 2001

[2] Bonaparte et al. 2004

Effet d'une perturbation en flexion dorsale de la cheville sur les paramètres biomécaniques de la course : résultats préliminaires

M. M. SCOHIER, M. D. DEJAEGER, Dr B. SCHEPENS

UCL, Louvain-la-Neuve, Unité de physiologie et de biomécanique de la locomotion - BELGIQUE

MOTS-CLEFS : *contrôle moteur, course, perturbation*

INTRODUCTION :

La locomotion est un comportement complexe au cours duquel interviennent diverses stratégies de contrôle. Alors que celles-ci sont relativement bien connues dans la marche [1], elles ont été peu étudiées dans la course.

OBJECTIFS :

Nous étudions les modifications des paramètres biomécaniques de la course suite à une perturbation inattendue en flexion dorsale (FD) de la cheville avant la pose du pied au sol.

MÉTHODES :

La perturbation est évoquée par une orthèse motorisée portable constituée de 2 coques soutenant le pied et le mollet, articulées au niveau du centre de rotation de la cheville [2]. Le mouvement de la cheville est perturbé de façon aléatoire grâce à un servomoteur relié à un embrayage. Les variables enregistrées sont les forces de réaction au sol par des capteurs de force placés sous le tapis roulant et l'angle de la cheville par un goniomètre (1 kHz). Huit sujets équipés de l'orthèse au pied droit ont couru sur un tapis roulant à 2,8 m/s.

RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES (2 SUJETS) :

Suite à la perturbation, la FD de la cheville au moment du contact du pied au sol est augmentée. Nous observons d'une part une diminution du pic de force verticale lié à l'impact du pied au sol (Fv-pic) ainsi qu'un retard dans l'apparition de ce pic, et d'autre part une augmentation de la durée de la phase de contact du pied au sol et une diminution de la raideur du membre inférieur.

DISCUSSION-CONCLUSION :

Ces résultats peuvent être mis en parallèle avec les modifications observées en comparant la course pieds nus et avec chaussures [3]. Avec chaussures, la FD lors de la pose du pied au sol est plus grande, Fv-pic est retardé, le temps de contact est allongé et la raideur du membre inférieur est diminuée; ces résultats sont similaires à ceux que nous observons suite à la perturbation. Par contre, ces auteurs n'observent pas de modification de Fv-pic. Ainsi la diminution de Fv-pic que nous décrivons pourrait être spécifiquement attribuée à l'aspect inattendu de la perturbation.

BIBLIOGRAPHIE :

- [1] Schillings et al. (2000) J Neurophysiol 83:2093-2102
- [2] Battaille et al. (2004) Arch Physiol Biochem 112:S142
- [3] De Wit et al. (2000) J Biomech 33:269-278

Variabilité du pattern de course (étude préliminaire)

M. P. DEDIEU

EA 3691 - Laboratoire Adaptation Perceptivo-Motrice et Apprentissage, UFR-STAPS
Université Toulouse III - Toulouse (31)

MOTS-CLEFS : *pattern dynamique de course, foulée, expertise*

INTRODUCTION :

La course est un mode de locomotion spontané, acquis dès l'enfance.

Elle nécessite la coordination des différents segments des membres inférieurs et le contrôle d'un grand nombre de degrés de liberté. Plusieurs variables permettent de la décrire dont les caractéristiques intrinsèques de la foulée. D'autres (i.e. Phase relative) résument les relations entre les composants du système et permettent de décrire l'évolution de cette coordination.

Mode de locomotion spontané, la course est aussi un geste sportif spécifique.

Cette étude préliminaire compare ces variables entre un groupe de sujets athlètes (Experts) et un groupe de sujets sportifs non athlètes (Non experts). Elle vise à déterminer si des variables particulières permettent de différencier un niveau d'expertise dans la pratique de la course.

MATÉRIEL ET MÉTHODES :

Huit sujets ont participé à l'expérience. Quatre formaient le groupe Experts. Les quatre autres formaient le groupe Non experts.

Après un temps d'adaptation, il leur a été demandé de courir sur un tapis de course à 11 km.h⁻¹ pendant 3 minutes à deux reprises.

Les coordonnées de marqueurs réfléchissant placés selon le Plug-in-Gait Marker Placement ont été enregistrées à l'aide du système d'analyse du mouvement Vicon (Oxford Metrics Ltd., Oxford, England).

Le traitement des données a été effectué sous Matlab.

La comparaison des caractéristiques intrinsèques de la foulée (durée d'appui et durée de suspension), des dates des pics d'amplitude de chacune des articulation concernées ainsi que des relations entre les différents composants du système pour déterminer d'éventuelles différences dans la dynamique sous jacente à la coordination inter segmentaire a été effectuée.

RÉSULTATS ET DISCUSSION :

Si l'on ne peut parler de différences significatives dans les caractéristiques intrinsèques de la foulée entre les deux groupes, on constate en revanche des différences dans les dates des pics d'amplitude de chacune des articulations concernées.

De même, les résultats semblent suggérer des différences significatives dans les relations spatio-temporelles entre les différents composants articulaires en particulier dans le couplage entre la hanche et la cheville.

Impact de l'augmentation de la vitesse de marche sur la coordination segmentaire des membres inférieurs chez 27 patients hémiparétiques

M^{lle} E. HUTIN^{1,2}, M. D. PRADON³, M. F. BARBIER²,
Pr J.-M. GRACIES¹, Pr B. BUSSEL³, Dr N. ROCHE³

¹ Service de Médecine Physique et de Réadaptation, GHU Albert Chenevier, Henri Mondor - Créteil (94)

² Laboratoire d'Automatique de Mécanique et d'Informatique Industrielles et Humaines - Valenciennes (59)

³ Service de Physiologie et d'Explorations Fonctionnelles, CHU Raymond Poincaré - Garches (92)

MOTS-CLEFS : marche, coordination, hémiparésie, Phase Relative Continue, Accident Vasculaire Cérébral

INTRODUCTION :

L'augmentation de la vitesse de marche du patient hémiparétique est limitée par la difficulté à modifier la durée des différentes phases du cycle de marche [1]. Cette difficulté s'explique notamment par la réduction des amplitudes angulaires articulaires. Par conséquent, une modification du patron de la coordination segmentaire (PCS) permettrait de moduler la vitesse de marche.

OBJECTIFS :

Cette étude vise à quantifier les modifications du PCS des membres inférieurs de patients hémiparétiques lors de la marche à vitesse maximale, et à identifier les mécanismes dits « normaux » et les mécanismes de compensation permettant l'augmentation de la vitesse de marche.

MÉTHODES :

27 patients hémiparétiques et 8 sujets contrôles ont participé à l'étude. La marche de ces sujets a été analysée à vitesse de confort (Patients : 0.65 m/s ; Contrôles : 1.26 m/s) et à vitesse maximale (Patients : 1.01 m/s ; Contrôles : 1.89 m/s). Le PCS a été quantifié par la détermination de la phase relative continue dans le plan sagittal, entre les segments adjacents au genou et à la cheville [2].

RÉSULTATS :

Le sujet contrôle modifie son PCS entre la jambe et la cuisse en début de phase d'appui, fin de phase d'appui et phase oscillante, et entre le pied et la jambe en début de phase d'appui, phase de simple appui et fin de phase d'appui.

Chez le patient hémiparétique, l'augmentation de la vitesse de marche est associée à une modification significative du PCS entre la jambe et la cuisse en phase de simple appui du côté parétique, en début de phase d'appui, phase de simple appui et phase oscillante du côté non parétique. La coordination entre le pied et la jambe est modifiée significativement en fin de phase d'appui du côté parétique et non parétique.

CONCLUSION :

La détermination des PCS met en avant des mécanismes de compensation permettant l'augmentation de la vitesse de marche du patient hémiparétique.

BIBLIOGRAPHIE :

- [1] Jonkers, Delp, Patten, 2008. Capacity to increase walking speed is limited by impaired hip and ankle power generation in lower functioning persons post-stroke. *Gait Posture*, In Press
- [2] Barela, Whittall, Black, Clark, 2000. An examination of constraints affecting the intralimb coordination of hemiparetic gait. *Hum MovSc* 19: 251-273

Caractérisation cinématique du cycle de marche des footballeurs à 2 ans postopératoires de la reconstruction du LCA

Dr A. BEN MOUSSA ZOUITA¹, M. S. ZOUITA², Dr C. DZIRI³, Pr F. Z. BEN SALAH⁴

¹ Institut Supérieur du Sport et de l'Éducation Physique, Manouba - TUNISIE

² Fédération Tunisienne de Football - TUNISIE

³ Service de médecine physique et réadaptation fonctionnelle de l'Institut national d'orthopédie « M.T. Kassab » - Tunis - TUNISIE

⁴ Laboratoire de biomécanique, Institut national d'orthopédie « M.T. Kassab » - Tunis - TUNISIE

MOTS-CLEFS : *genou, footballeurs, cinématique, adaptation*

INTRODUCTION :

La cinématique du genou lors de la marche est étroitement liée à ces contraintes et aux déformations ligamentaires qu'elles engendrent. La rupture du ligament croisé antérieur est une lésion fréquente de traumatologie du sport. Elle a pour conséquence une modification de l'adaptation du genou aux contraintes externes en majorant la translation tibiale antérieure.

OBJECTIF :

A étudier les effets de la reconstruction chirurgicale du LCA de type Kenneth Jones du genou, à 2 ans postopératoires, sur la cinématique de marche chez des footballeurs tunisiens.

MÉTHODES :

52 footballeurs répartis en deux groupes. Le groupe LCA composé de 26 sujets opérés du LCA du genou, par un même opérateur et dans le même lieu hospitalier, ont été évalués à un recul moyen de 2 ans postopératoire. Suite à l'examen clinique, leur mobilité articulaire est normale. Avec absence d'amyotrophie significative entre les périmètre musculaire quadricepsal.

Le groupe de référence est composé de sujets sains. Le protocole expérimental de l'analyse de cycle de marche est réalisé par le moyen d'un enregistrement vidéo et par plate forme du système Neurocom Version 8.0.2 : Balance Master®. Cet instrument caractérise les paramètres spatio-temporels du pas en terme de largeur du pas, longueur du pas, vitesse de déplacement « Balance Master® ». Les sujets sont demandés à marche à vitesse de croisière.

RÉSULTATS :

Lors de la marche, Le genou opéré se comporte avec une flexion exagérée en phase de simple appui et au début de la phase d'oscillation. En même temps la cheville présente une flexion dorsale plus prolongée dans le temps par rapport au groupe de référence en fin d'appui et au début de la phase d'oscillation (40 jusqu'à 62% du cycle) ($p < 0.05$).

DISCUSSION-CONCLUSION :

Les résultats préliminaires obtenus montrent un comportement spécifique du genou à 2 ans de la reconstruction du LCA chez des footballeurs de compétition. Ces résultats sont comparables à quelques études (Georgoulis 2004, Kurz 2004). Ces dernières expliquent ce résultat par les répercussions à moyen terme de la reconstruction du LCA sur la restauration de la programmation motrice ou neuro-musculaire et proprioceptive.

Descripteurs posturocinétiques et Paralyse Cérébrale

Dr F. CHANTRAINE, C. SCHREIBER, M^{lle} A. REMACLE, Dr P. FILIPETTI

Rehazenter - LUXEMBOURG

MOTS-CLEFS : *Paralyse Cérébrale, stratégies posturocinétiques, analyse de la marche*

L'indice d'ancrage et les fonctions d'intercorrélation ont déjà été étudiés chez l'enfant ne présentant aucun handicap et ont permis de définir un modèle ontogénique de l'équilibre posturocinétique [1, 2, 3]. L'étude de ces paramètres dans la Paralyse Cérébrale (PC) permet de définir les stratégies utilisées (feedback ou feedforward) par ces patients en fonction de l'âge et de les comparer au modèle ontogénique de l'enfant ayant eu un développement normal.

Nous avons étudié les indices d'ancrage et les fonctions d'intercorrélation de douze patients présentant une PC afin d'analyser leurs stratégies d'équilibre posturocinétique durant la marche. 6 patients présentent une hémiplégie cérébrale infantile, 6 une diplégie spastique. La moyenne d'âge est de 13,3 ans (intervalle de 3 à 34 ans).

Les résultats obtenus lors de cette étude préliminaire montrent qu'une même stratégie posturocinétique est employée dans la majorité des cas (mouvements de la tête contrôlés par un mécanisme de feedback pour 10 patients). Nous constatons également que la tête se stabilise progressivement par rapport à l'espace au cours de la croissance et que cette stabilisation devient significative vers l'âge de 12 ans. Néanmoins, à tout âge, les patients PC présentent un faible degré de liberté de la tête par rapport à la ceinture scapulaire (corrélation importante entre tête et ceinture scapulaire).

Ainsi, la Paralyse Cérébrale n'empêche pas la mise en place des différentes étapes du modèle ontogénique mais celles-ci semblent franchies plus tardivement que chez le sujet sain. Cette étude doit être poursuivie en augmentant le nombre de patients afin de compléter ces résultats préliminaires.

RÉFÉRENCES :

- [1] B. Amblard, Les descripteurs du contrôle postural, Ann Réadaptation Méd Phys, 1998, 41 :225-37.
- [2] C. Assaiante, B. Amblard, Ontogenesis of head stabilization in space during locomotion in children: influence of visual cues, Exp Brain Res, 1993, 93:499-515.
- [3] C. Assaiante, La construction des stratégies d'équilibre chez l'enfant au cours d'activités posturocinétiques, Ann Réadaptation Méd Phys, 1998, 41 : 239-49.

Caractérisation de l'instabilité posturale de patients diabétiques avec et sans neuropathie par l'accélération du tronc

Dr K. TURCOT¹, M^{me} L. ALLET², Pr P. HOFFMEYER³, Pr A. GOLAY⁴, M. S. ARMAND¹

¹ Laboratoire de Cinésiologie Willy Taillard, Hôpitaux Universitaires de Genève - SUISSE

² Université de Maastricht - PAYS-BAS

³ Département de Chirurgie Orthopédique, Hôpitaux Universitaires de Genève - SUISSE

⁴ Service de Thérapies des Maladies Chroniques, Hôpitaux Universitaires de Genève - SUISSE

MOTS-CLEFS : *instabilité posturale, diabète, neuropathie, accélérométrie*

INTRODUCTION :

En 2002, on estimait que 2.8% de la population mondiale était atteinte de diabète [1]. Parmi les personnes atteintes et âgées de plus de 60 ans, environ 50% souffrent aussi de neuropathie (NP) [2]. La quantification des effets de la NP sur l'instabilité posturale demeure toutefois peu évaluée dans la pratique clinique. De récentes études ont démontrées que l'accélération du tronc avait un réel potentiel comme mesure indicatrice de l'instabilité des personnes jeunes et âgées [3-4].

OBJECTIFS :

Caractériser l'instabilité posturale de patients diabétiques avec et sans NP par la mesure de l'accélération du tronc lors d'une condition d'équilibre.

MÉTHODES :

Un groupe de participants asymptomatiques (AS, n=6), un groupe de patients diabétiques sans NP (n=12) et avec NP (n=12) ont pris part à cette étude. L'instabilité posturale a été évaluée lors d'une condition d'équilibre de 30 secondes les yeux ouverts et fermés. Un accéléromètre triaxial (Système Physilog, BioAGM, CH) fixé au tronc a permis de quantifier l'accélération médio-latérale (ML) et antéropostérieure (AP). La variabilité du signal (RMS) et son amplitude ont été calculées pour les 2 axes. Une ANOVA a été effectuée pour évaluer les différences entre les groupes sous les 2 conditions pour les 4 paramètres. Une différence significative est identifiée avec un alpha inférieur à 0.05.

RÉSULTATS :

Des amplitudes et valeurs RMS plus élevées pour les accélérations ML et AP ont été détectées pour le groupe avec NP en comparaison avec les groupes AS et sans NP pour les 2 conditions. Des effets groupes significatifs pour l'amplitude ML lors de l'équilibre les yeux ouverts ($p = 0.04$) et pour l'amplitude AP ($p = 0.04$) et la valeur RMS AP ($p = 0.02$) avec les yeux fermés ont été trouvés.

DISCUSSION-CONCLUSION :

Les résultats montrent que la NP a un effet sur l'instabilité posturale mesurée par l'accélération ML et AP du tronc. Cet effet tend à s'accroître lorsque les stimuli visuels sont retirés.

BIBLIOGRAPHIE :

- [1] Wild S et al. Diabetes Care. 2004; 27(5):1047-53.
- [2] van Schie CH. Neuropathy: Diabetes Metab Res Rev. 2008; 24 Suppl 1:S45-51. Review.
- [3] Moe-Nilssen R and Helbostad JL. Gait Posture. 2002; 16(1):60-8.
- [4] Mayagoitia RE et al. Gait Posture. 2002;16(1):55-9.

Influence d'une lésion musculaire du genou dans les performances posturales d'athlètes membres de l'équipe nationale d'athlétisme

Dr S. LEBIB¹, R. HAMMAMI², Pr F. Z. BEN SALAH¹, Dr I. MIRI¹, Dr C. DZIRI¹

¹ Service de Médecine Physique Réadaptation Fonctionnelle,
Institut National d'Orthopédie M. Kassab - La Manouba - TUNISIE

² Institut Supérieur du Sport et de l'Éducation Physique de Kassar Saïd - TUNISIE

MOTS-CLEFS : *posture, genou, lésions tendinomusculaires*

INTRODUCTION-BUT :

Quels que soient les mécanismes de défense tendino-musculaires, les sports à caractère explosif sont à l'origine de plusieurs contraintes susceptibles de provoquer des lésions anatomiques d'autant plus préoccupantes qu'elles sont fréquemment récidivantes. Le but de notre étude est de déterminer l'effet éventuel d'une lésion musculaire du genou traitée et guérie sur la stabilité posturale.

PATIENTS ET MÉTHODES :

Notre étude a porté sur 16 athlètes membres de l'équipe Nationale senior d'athlétisme présentant des caractéristiques anthropométriques comparables dont 8 étaient victimes de lésions musculaires traitées et guéries autour de l'articulation du genou et 8 indemnes de pathologies tout au long de leur carrière sportive.

Évaluation posturale faite sur appareil NEUROCOM® type BALANCE MASTER®. Elle a comporté :

- 1) Un test pour l'interaction équilibre et système sensoriel (CTSIB modifié) avec yeux ouverts puis fermés, sol ferme puis mousse ; ce test évalue l'interaction entre l'équilibre et le système sensoriel par la mesure de la vitesse d'oscillation du centre de pression dans différentes situations : yeux fermés puis ouverts sur sol ferme puis mousse.
- 2) Un test d'appui monopodal : 10 secondes pour chaque membre yeux ouverts puis fermés. Le sujet réalise trois essais pour chaque position.
- 3) Un test d'appui en charge genoux fléchis : c'est une évaluation de la répartition des appuis entre les deux membres inférieurs à différents angles de flexion (0° puis 30° puis 60° et enfin 90° de flexion).

RÉSULTATS :

Pas de différence significative entre les 2 groupes d'athlètes témoignant soit que le traitement de ces lésions musculaires a été bien mené, soit que les sujets présentant des antécédents pathologiques ont adopté des stratégies individuelles compensatrices ayant permis de récupérer une stabilité posturale comparable aux sujets indemnes de lésion musculaire.

TRIBUNE NOUVEAUX CHERCHEURS

- Abstract de William Samson.
M. W. Samson 43
- Profil d'une « nouvelle chercheuse » en analyse du mouvement.
Dr A-F. Huffenus 44
- Abstract de Nicolas Lampire.
M. N. Lampire 45

Abstract de William Samson

M. W. SAMSON

1^{re} année doctorat d'université - Lyon (69)

Je suis actuellement en première année de doctorat, avec une convention CIFRE issue du projet Chaussure Enfant Génération 2010. Ce projet est né d'un pôle de compétitivité (Pôle Enfant) en vue de caractériser scientifiquement la marche de l'enfant pour concevoir une nouvelle génération de chaussure enfant.

L'étude est réalisée en partenariat avec le CTC (Lyon 7^e) Centre Technique du Cuir Chaussure Maroquinerie, l'Hôpital Femme Mère Enfant de Lyon et l'équipe Orthopédie du Laboratoire de Biomécanique et de Mécanique des Chocs (Villeurbanne), unité mixte de l'INRETS et de l'Université de Lyon 1. Les travaux portent sur l'étude biomécanique de la marche, et en particulier du pied et de la cheville de l'enfant sain, de l'acquisition de la marche jusqu'à six ans.

Les recherches de l'équipe Orthopédie ont pour objectif principal d'améliorer la connaissance de la cinématique et de la dynamique du système musculo-squelettique humain afin de mettre au point des modèles biomécaniques avancés permettant des applications dans les domaines de l'orthopédie, la médecine du sport et de rééducation. L'enjeu au niveau fondamental est de mettre au point des protocoles expérimentaux et des méthodes de calcul permettant d'évaluer quantitativement le fonctionnement du système ostéo-articulaire et musculaire, pathologique ou non.

L'équipe de recherche dispose d'une plateforme d'analyse du mouvement installée au sein de la faculté de médecine de Lyon Sud et comportant :

- Système d'analyse du mouvement 6 caméras (Motion Analysis)
- Plates-formes de force fixes (Bertec)
- Plate-forme et semelles de pression (Emed, Pedar, Footscan)
- Accéléromètres (Entran)
- Système de mesures électromyographiques Wi-Fi (Megawin)

Profil d'une « nouvelle chercheuse » en analyse du mouvement

Dr A-F. HUFFENUS

Membre postdoctoral - Centre de recherche, CHU Sainte Justine - Montréal - CANADA

J'ai acquis mes compétences en analyse du mouvement lors d'une formation appliquée au sport. Aujourd'hui, je suis membre postdoctoral du centre de recherche du centre de réadaptation Marie Enfant (CRME) de l'hôpital Sainte-Justine à Montréal.

Le comportement moteur est l'objet de recherche de deux équipes : l'une est biomécanicienne, l'autre regroupe des neuroscientifiques. Elles collaborent avec les programmes cliniques du CRME qui sont surspécialisés s'occupant d'une population cible, et également avec d'autres équipes cliniques. Notre rôle est de décrire précisément et objectivement les déficiences motrices (contrôle postural, locomotion, mouvements divers) liées aux différentes pathologies, de définir les troubles cognitifs relatifs, d'évaluer les effets des techniques de réadaptation et d'aider les cliniciens à orienter les thérapies.

D'un point technologique, nous disposons d'une plateforme complète : système d'acquisition de signaux de position (Vicon), plateformes de force (AMTI), système d'enregistrement EMG, dynamomètre iso cinétique (KinCom), systèmes de repérage des yeux (Facelab) et de réalité virtuelle (IREX).

Dans ce contexte clinique, l'analyse du mouvement trouve de nombreuses applications cliniques aussi bien chez les adultes que chez les enfants : porteurs de prothèses de hanche, patients atteints de la maladie de Parkinson, patients scoliotiques, enfants atteints du syndrome de Gilles de la Tourette, enfants nés avec une lésion du plexus brachial, enfants présentant une maladie neuromusculaire, enfants présentant un déficit moteur cérébral. Par exemple, certaines études ont pour objectif de :

- déterminer les caractéristiques du freezing de la marche dans la maladie de Parkinson;
- évaluer les effets d'une thérapie par contrainte sur l'organisation des coordinations d'enfants présentant une hémiparésie;
- construire un outil d'évaluation de la fatigue pour les enfants présentant la dystrophie de Duchenne en prenant en compte les capacités musculaires, fonctionnelles et attentionnelles.

L'originalité de nos travaux réside dans leur multidisciplinarité : ils associent connaissances cliniques, savoir-faire biomécaniques et approches neuroscientifiques.

Abstract de Nicolas Lampire

M. N. LAMPIRE

1^{re} année doctorat d'université - Lyon (69) - Amilly (45)

Afin d'obtenir un master 2 recherche à l'UFR STAPS de Reims au sein du Laboratoire d'Analyse des Contraintes Mécaniques, j'ai réalisé, l'année dernière, un stage au laboratoire d'analyse du mouvement au CHU Raymond Poincaré de Garches, sous la direction de Didier PRADON et Dr Nicolas ROCHE. Ce travail portait sur l'évaluation, par modélisation musculo-squelettique, de la force développée par le rectus femoris au cours de la marche chez le patient hémiparétique ayant un déficit de flexion de genou (SKG). Les résultats soulignaient une absence de relation entre la force du RF et le SKG, mais une relation entre le pattern de force du RF et le SKG.

Par ailleurs, je commence une thèse de doctorat au sein du laboratoire de biomécanique et de mécanique des chocs (LBMC) de Lyon, sous la co-direction de Laurence CHEZE, Didier PRADON et Dr Nicolas ROCHE. L'objectif est de déterminer l'impact d'une intervention thérapeutique visant à diminuer l'activité inappropriée du triceps sural (injection de toxine botulique) sur les efforts musculaires développés par ce muscle lors de la marche chez les patients hémiparétiques. À plus long terme, il s'agira de déterminer la relation entre la dose de toxine injectée et la diminution la force musculaire développée par le muscle.

Une bourse CIFRE m'a été accordée pour travailler au laboratoire d'analyse du mouvement du CMPR l'ADAPT Loiret, sous la direction du Dr CARNE. Mon activité professionnelle consiste à réaliser des examens, à visée diagnostique, d'Analyse Quantifiée de la Marche. Mon activité de recherche est en lien avec l'activité clinique et l'offre de soin liée à l'analyse du mouvement (membre supérieur, orthèse de marche, ...).

MODÉLISATION, SIMULATION

- Simulation de l'extensibilité musculaire maximale par modélisation musculo-squelettique. Contribution au diagnostic différentiel conduisant à la décision d'allongement musculaire chez l'enfant IMC.
M. E. Desailly, Dr K. Nejb, Dr D. Yepremian, Dr F. Hareb, M. L. Lejeune, M. D. Bouchakour, Dr P. Sardain, Pr P. Lacouture 47
- Modélisation cinématique du thorax pour l'analyse de la marche pathologique. Étude préliminaire.
M. S. Armand, Dr M. Sangeux, Pr P. Hoffmeyer, Dr R. Baker 48

Simulation de l'extensibilité musculaire maximale par modélisation musculo-squelettique.

Contribution au diagnostic différentiel conduisant à la décision d'allongement musculaire chez l'enfant IMC.

M. E. DESAILLY^{1,2}, Dr K. NEJIB³, Dr D. YEPREMIAN², Dr F. HAREB²,
M. L. LEJEUNE², M. D. BOUCHAKOUR², Dr P. SARDAIN¹, Pr P. LACOUTURE¹

¹ Laboratoire de Mécanique des Solides, Université de Poitiers,
UMR-6610, CNRS, SP2MI - Futuroscope-Chasseneuil (86)

² Fondation Ellen Poidatz - St Fargeau-Ponthierry (77)

³ Service d'Orthopédie Pédiatrique, Hôpital Trousseau - Paris (75)

MOTS-CLEFS : *diagnostic, simulation, modélisation musculo-squelettique, hypo-extensibilité, infirmité motrice cérébrale*

INTRODUCTION :

Les Modèles musculo-squelettiques permettent de déterminer la longueur des ischio-jambiers durant la marche. Il est ainsi possible d'exclure l'hypo-extensibilité de ces muscles comme cause de la boiterie lors d'un diagnostic différentiel [1]. L'affirmation d'un défaut de longueur nécessite classiquement la confrontation aux données de l'examen clinique [3]. Cependant la mise en correspondance entre les angulations articulaires mesurées lors des tests d'extensibilité et les longueurs des muscles étudiés est difficile pour les muscles poly-articulaires. Dès lors l'affirmation du diagnostic positif de la causalité de l'hypo-extensibilité sur les troubles de marche n'est actuellement pas possible. Pour obtenir un tel diagnostic, la simulation des extensibilités maximales est mise en œuvre à partir des données de l'examen clinique.

OBJECTIFS :

- Pouvoir comparer les longueurs cliniques maximales aux longueurs maximales à la marche.
- Évaluer l'apport diagnostique d'une telle approche.

MÉTHODES :

Une modélisation musculo-squelettique [2] détermine les longueurs musculaires durant la marche. Une procédure originale de simulation par cinématique directe des longueurs musculaires à partir des données de goniométrie clinique est proposée. Celle-ci prend en compte l'incertitude inhérente à la mesure clinique. L'apport au diagnostic est évalué chez 36 sujets pour les muscles ischio-jambiers, gracilis, rectus femoris et psoas-iliaques.

RÉSULTATS-DISCUSSION :

La confrontation des longueurs maximales et non plus des amplitudes maximales mesurées par goniométrie permet l'affirmation de la causalité de l'hypo-extensibilité d'un muscle sur son déficit de longueur fonctionnelle lors de la marche. La procédure de simulation mise en œuvre est un apport sensible au diagnostic différentiel des causes des troubles de la marche chez l'enfant IMC.

BIBLIOGRAPHIE :

- [1] Arnold et al. Gait & Posture, 2006.
- [2] Desailly et al. GAMEA, 2008.
- [3] Viehweger et al. Ann. Readapt. Med. Phys., 2007.

Modélisation cinématique du thorax pour l'analyse de la marche pathologique - Étude préliminaire

M. S. ARMAND¹, Dr M. SANGEUX², Pr P. HOFFMEYER³, Dr R. BAKER²

¹ Laboratoire de Cinésiologie Willy Taillard, Hôpitaux Universitaires de Genève - SUISSE

² Murdoch Childrens Research Institute, Royal Childrens Hospital - AUSTRALIE

³ Département de Chirurgie Orthopédique, Hôpitaux Universitaires de Genève - SUISSE

MOTS-CLEFS : *thorax, cinématique, modélisation, marche*

INTRODUCTION :

De nombreux mouvements compensatoires apparaissent au niveau du thorax dans la marche pathologique. Or actuellement, aucun consensus n'existe pour quantifier les mouvements du thorax lors de la marche pathologique.

OBJECTIF :

Déterminer quel est le modèle le plus approprié pour quantifier les mouvements du thorax dans la marche pathologique.

MÉTHODES :

3 sujets sains ont réalisé une série de mouvements en position debout et pendant la marche. La position de marqueurs réfléchissants placés sur le thorax a été obtenue par un système optoélectronique. 56 modèles cinématiques ont été testés en combinant un minimum de 3 marqueurs pour définir le segment thorax. L'erreur globale de chaque modèle est calculée à partir de la position estimée des marqueurs en considérant le segment comme un solide [1]. Les angles pour chaque modèle sont calculés selon les recommandations de l'ISB et la séquence de rotation de Baker. Le meilleur modèle est ensuite utilisé comme référence pour calculer la RMS entre ce modèle et les modèles de la littérature.

RÉSULTATS :

Le modèle utilisant les marqueurs T2, T10 et le manubrium sternal est le modèle testé ayant obtenu l'erreur globale la plus faible (6.2 mm). Les modèles de la littérature testés dans cette étude présentent une erreur de 6.7 mm pour Gutierrez [2] (Plug-In-Gait), de 11.8 mm pour Starr [4] et 11.8 mm pour Nguyen [3]. Suivant les modèles, cette erreur engendre sur le calcul de la cinématique une différence de 2.9° et 3.5° pour la rotation, entre 2.2° et 6.8° pour l'obliquité et entre 7.8° et 17.8° pour l'inclinaison.

DISCUSSION-CONCLUSION :

Les résultats de cette étude préliminaire montrent une erreur non négligeable dans la modélisation cinématique du thorax. Cette erreur est liée à la déformation du segment et au mouvement de la peau. Elle influence les mesures cinématiques réalisées lors de la marche pathologique.

BIBLIOGRAPHIE :

- [1] Challis JH, 1995, J Biomech, 28, 733-737.
- [2] Gutierrez EM et al., 2003, Gait Posture, 18, 37-46.
- [3] Nguyen TC, Baker R, 2004, Clin Biomech, 19, 1060-1065.
- [4] Starr R et al., 2000, Gait Posture, 11, 149.

MEMBRE SUPÉRIEUR

- Estimation in-vivo du centre de rotation de l'articulation gléno-humérale par méthodes fonctionnelles : comparaison au centre anatomique de la tête humérale.
M. M. Lempereur, F. Leboeuf, Dr S. Brochard, J. Rousset, Pr O. Rémy-Néris 50
- Reproductibilité test-retest d'une nouvelle méthode de palpation des marqueurs anatomiques appliquée à l'épaule.
Dr P. Salvia, M. L. D'Auzac de Lamartinie, M. J. Honinckx, M. V. Sholukha, M. F. Mossaeiv, Dr S. Van Sint Jan, Pr M. Rooze 51

Estimation in-vivo du centre de rotation de l'articulation gléno-humérale par méthodes fonctionnelles : comparaison au centre anatomique de la tête humérale

M. M. LEMPEREUR^{1,2,4}, F. LEOUEUF^{1,4}, Dr S. BROCHARD^{1,2,4},
J. ROUSSET³, Pr O. RÉMY-NÉRIS^{1,2,4}

¹ Laboratoire de Traitement de l'Information Médicale INSERM U650 - Brest (29)

² Université de Bretagne Occidentale - Brest (29)

³ Hôpital d'Instruction des Armées Clermont-Tonnerre - Brest (29)

⁴ CHU de Brest, Hôpital Morvan, Service de médecine physique et de réadaptation - Brest (29)

MOTS-CLEFS : *épaule, articulation gléno-humérale, méthode fonctionnelle, centre de rotation*

Le travail de recherche présenté concerne l'estimation in-vivo du centre de rotation de l'articulation gléno-humérale (GHRC) par différentes méthodes fonctionnelles et sa comparaison au centre anatomique de la tête humérale obtenue par IRM.

Trois cycles continus de 3 mouvements de flexion/extension, d'abduction/adduction et de circumduction ont été enregistrés à l'aide du système VICON pour 4 sujets. Les sujets réalisent ces mouvements allongés sur une table de manière à être dans la même position que dans l'IRM. Le placement des 3 marqueurs sur l'omoplate suit les recommandations de l'ISB. 4 marqueurs sont placés sur le bras. 120 marqueurs sont ajoutés sur l'omoplate pour réaliser le recalage entre les données de l'analyse du mouvement et de l'imagerie médicale. Pour estimer GHRC, cinq méthodes fonctionnelles sont employées : l'algorithme de Gamage et Lasenbly [1], le biais compensatoire de Halvorsen [2], la méthode SCoRE [3], la méthode normalisée [4] ainsi que les axes hélicoïdaux [5]. Après segmentation des images, la tête humérale est approximée par une sphère et une ellipsoïde dont le centre est alors le centre anatomique de la tête humérale [6].

La distance entre le centre de la sphère ou de l'ellipsoïde et GHRC a été calculée pour chaque méthode et chaque sujet. Pour l'ellipsoïde ainsi que pour la sphère, la plus petite distance a été obtenue avec l'algorithme de Gamage et Lasenbly [1] (11.17 mm). La méthode SCoRE, normalisée et le biais donnent sensiblement la même distance (15 mm). La plus grande distance est obtenue avec les axes hélicoïdaux (16.97 mm). En moyenne, l'erreur d'estimation de GHRC par l'algorithme de Gamage et Lasenbly [1] est de 50% du rayon de la tête humérale.

L'algorithme proposé par Gamage et Lasenbly [1] est la méthode qui estime au mieux GHRC. Mais, d'une manière générale, l'estimation de GHRC par les méthodes fonctionnelles ne coïncide pas avec le centre anatomique de la tête humérale.

BIBLIOGRAPHIE :

- [1] Gamage and Lasenby (2002), J. Biomech., 35, 87-93.
- [2] Halvorsen (2003), J. Biomech., 36, 999-1008.
- [3] Ehrig et al. (2006), J. Biomech., 39, 2798-2809.
- [4] Chang and Pollard (2007), J. Biomech., 40, 1392-1400.
- [5] Woltring et al. (1985), J. Biomech., 18, 379-389.
- [6] Allaire (2007). Thèse de doctorat. Université de Rennes I.

Reproductibilité test-retest d'une nouvelle méthode de palpation des marqueurs anatomiques appliquée à l'épaule

Dr P. SALVIA, M. L. D'AUZAC DE LAMARTINIE, M. J. HONINCKX,
M. V. SHOLUKHA, M. F. MOSSAEIV, Dr S. VAN SINT JAN, Pr M. ROOZE
Laboratoire d'Anatomie, Biomécanique et Organogénèse. ULB - Bruxelles - BELGIQUE

MOTS-CLEFS : *design test-retest, palpation, épaule, cinématique*

INTRODUCTION :

Évaluer la cinématique de l'épaule reste un enjeu pour documenter un trouble fonctionnel et son évolution. Pour assurer le suivi, l'analyse cinématique se doit d'être répétable et reproductible. Après avoir présenté les valeurs de précision d'une nouvelle méthode de palpation des marqueurs anatomiques (MA) utilisant la pulpe du doigt pour l'estimation de la cinématique tridimensionnelle [1], la reproductibilité entre deux jours différents a été évaluée.

OBJECTIFS :

Évaluer la reproductibilité « test-retest » de la palpation d'un même expérimentateur qui numérise 11 MA de la scapula et de l'humérus, trois fois sur chacun des 11 volontaires et qui répète la mesure à une semaine d'intervalle. Évaluer la propagation de l'erreur de palpation sur 4 mouvements analytiques et 3 activités de la vie quotidienne.

MÉTHODE :

La cinématique huméro- et scapulo-thoraciques a été acquise par un système VICON 612 sur 11 volontaires consentants, sans antécédent connu. Le volontaire est assis en position de référence. Onze MA sont palpés par la pulpe de l'index préalablement calibrées et exprimés dans les référentiels techniques correspondants aux segments osseux d'intérêt. La mesure est répétée 3 fois par l'expérimentateur. Après la palpation, le volontaire effectue des mouvements de flexion-extension, d'abduction, de rotation bras le long du corps et à 90° degrés d'abduction ainsi que 3 tâches (se peigner, mettre la main dans le dos et écrire). Les RMSE estimées sur les coordonnées des MA et leur norme, les coefficients de corrélations multiples (CCM) sur les courbes normalisées du mouvement et les ICC sur des points discrets du cycle sont choisis pour estimer la reproductibilité test-retest.

RÉSULTATS :

L'erreur de palpation montrait des valeurs RMS d'intra-session s'étalant entre 2.4 et 6 mm lors du 1^{er} jour et de 2.6 à 6.8 mm le 2^e jour. L'erreur RMS intersession était distribuée entre 3.5 mm et 9.1 mm. La propagation de cette erreur de palpation a induit des valeurs de CCM entre les courbes des mouvements et tâches réalisées > à 0.7.

DISCUSSION ET CONCLUSION :

La nouvelle méthode s'est montrée reproductible dans le temps et permettra sa mise en pratique clinique pour le suivi médical, chirurgical et de rééducation des patients.

RÉFÉRENCE :

Salvia 2007 G&P 26:95

RÉÉDUCATION ET STRATÉGIES THÉRAPEUTIQUES

- Effet d'une rééducation spécifique de la prise de précision chez l'adulte cérébro-lésé : résultats préliminaires.
M^{lle} D. Dispa, Pr T. Lejeune, Pr J-L. Thonnard 53
- Les effets d'une thérapie par contrainte (Constraint Induced Movement Therapy CIMT) sur le comportement moteur d'enfants présentant une hémiparésie.
Dr A-F. Huffenus, Dr M. Lemay, les membres du programme DMC 54
- Traitement de la marche de type genou raide chez les patients avec une paralysie cérébrale.
Dr A. Presedo, M. Mehrafshan, M. F. Megrot, Dr B. Ilharreborde, Dr F. Fitoussi, Dr P. Souchet, Pr K. Mazda, Pr G-F. Penneçot 55

Effet d'une rééducation spécifique de la prise de précision chez l'adulte cérébro-lésé : résultats préliminaires

M^{lle} D. DISPA, Pr T. LEJEUNE, Pr J-L. THONNARD

*Unité de réadaptation et de médecine physique,
Université catholique de Louvain - Bruxelles - BELGIQUE*

MOTS-CLEFS : *post-AVC, rééducation, membre supérieur*

INTRODUCTION :

L'accident vasculaire cérébral est une des causes principales d'incapacité permanente chez l'adulte. L'altération de la dextérité constitue une plainte importante chez ces patients. Différents types de rééducation sont actuellement mis en place pour rééduquer leur membre supérieur.

OBJECTIF :

Evaluer l'effet d'un réentraînement spécifique de la prise de précision sur les capacités fonctionnelles et l'habileté manuelle.

MÉTHODES :

Sept adultes hémiplegiques chroniques ont suivi une rééducation spécifique de la prise de précision à raison de 3 séances de 45-60 min par semaine pendant 8 semaines. Un bilan des membres supérieurs a mis en évidence les déficiences (dextérité, force, sensibilité) et les difficultés à utiliser les mains dans la vie de tous les jours (Penta et al, 2001). Cette évaluation complète a été réalisée à 4 reprises : évaluation contrôle (tc), évaluation de base (t0, après 4 semaines sans rééducation), évaluation intermédiaire (t1, après 4 semaines de rééducation) et enfin une évaluation finale (t2, après 8 semaines de rééducation).

RÉSULTATS :

L'absence de différence significative entre tc et t0 (test t-pairé) montre que les patients étaient stables sur le plan fonctionnel. Après 8 semaines de rééducation, les patients rapportent une amélioration subjective de la fluidité et de la rapidité des mouvements du membre supérieur lésé.

Cependant, les évaluations réalisées en t1 et t2 n'ont pas permis de détecter une amélioration significative des déficiences et de l'habileté manuelle (Anova RM).

DISCUSSION :

Nous avons mis au point une technique de rééducation de la prise de précision chez l'adulte cérébro-lésé. Ce programme intensif a généré, chez le patient, une sensation subjective d'amélioration. Cependant les mesures objectives réalisées (dextérité fine, dextérité manuelle, force, détection de la pression, discrimination spatiale) n'ont pas permis de confirmer cette amélioration. Notons que la puissance de performance des tests statistiques était faible étant donné la taille limitée de la population observée. En raison des résultats subjectifs encourageants, les données doivent être analysées avec un échantillon plus large de patients.

BIBLIOGRAPHIE :

Penta M, Tesio L, Arnould C, Zancan A, Thonnard J-L. (2001) Stroke 32: 1627-1634

Les effets d'une thérapie par contrainte (Constraint Induced Movement Therapy CIMT) sur le comportement moteur d'enfants présentant une hémiparésie

Dr A-F. HUFFENUS¹, Dr M. LEMAY¹, les membres du programme DMC²

¹ Centre de recherche, CHU Sainte Justine - Montréal - CANADA

² Centre de réadaptation Marie Enfant, CHU Sainte Justine - Montréal - CANADA

MOTS-CLEFS : *hémiparésie, thérapie par contrainte, contrôle postural, locomotion*

INTRODUCTION :

Les déficiences motrices d'enfants ayant une hémiparésie résultant d'une lésion cérébrale sont ainsi décrites : stabilité posturale diminuée, réponses musculaires inadaptées [1], coactivation accrue, patron locomoteur asymétrique et troubles moteurs unilatéraux. De plus, leurs stratégies motrices consistent souvent à utiliser leur main saine et à négliger la main affectée. Les effets bénéfiques de la CIMT sur l'efficacité de la main affectée ont récemment été démontrés à partir d'échelles cliniques [2,3]. Mais, les mécanismes de ces améliorations sont mal connus. Notre étude vise à évaluer les effets d'une CIMT sur la motricité globale des enfants. Nous proposons qu'elle n'influence pas que la coordination du bras atteint mais aussi le contrôle postural et locomoteur.

MATÉRIEL & MÉTHODE :

Huit patients (âge: 10,6±1,3) ont participé à un camp de 12 jours; ils faisaient des activités physiques et manuelles 6h/j, le bras sain immobilisé. Ils ont été évalués immédiatement avant et après la CIMT. Des signaux de position, des forces de réaction du sol et des données EMG ont été collectés sur 3 tâches: se tenir debout, lever le bras en se tenant debout et marcher.

RÉSULTATS :

La CIMT a entraîné des changements significatifs : pour la posture, une diminution de la longueur du déplacement du CP et de son décalage latéral par rapport au centre du polygone de sustentation; lors des ajustements posturaux, une diminution des délais d'activation des muscles du côté affecté; lors de la marche, une amélioration des paramètres spatio-temporels (vitesse, durée des simple et double supports), cinématiques et cinétiques (angles, moments et puissance aux articulations). Les tests cliniques réalisés, comme le Assisting Hand Assessment, montrent une amélioration significative fonctionnelle du bras affecté.

DISCUSSION :

Pour assurer l'équilibre dynamique, la stratégie compensatoire adoptée consiste à attribuer au bras atteint un rôle accru renforcé par des capacités motrices améliorées; ce qui optimise le contrôle de la coordination de tout le corps.

CONCLUSION :

Après la CIMT, la motricité globale est améliorée.

BIBLIOGRAPHIE :

- [1] Chen & Woollacott (2007) J Mot Behav 39:306-16
- [2] Charles & Gordon (2007) Dev Med Child Neurol 49:770-3
- [3] Taub et al. (2004) Pediatrics 113:305-12

Traitement de la marche de type genou raide chez les patients avec une paralysie cérébrale

Dr A. PRESEDO, M. MEHRAFSHAN, M. F. MEGROT, Dr B. ILHARREBORDE,
Dr F. FITOUSSI, Dr P. Souchet, Pr K. MAZDA, Pr G-F. PENNEÇOT

Hôpital Robert Debré - Paris (75)

MOTS-CLEFS : *Rectus femoris, paralysie cérébrale*

OBJECTIF :

Évaluation rétrospective des résultants du traitement de la marche de type genou raide selon deux méthodes différentes : la ténotomie basse du Rectus femoris versus le transfert de ce muscle vers les ichio-jambiers internes.

MÉTHODES :

93 patients atteints d'une paralysie cérébrale ont été inclus dans l'étude. 32 patients ont subi un transfert du rectus femoris vers le semitendinosus à un âge moyen de 11,8 ans et 61 patients ont subi une ténotomie basse du RF à un âge moyen de 12,5 ans. Les indications pour le traitement chirurgical ont été : rétraction du RF, activité anormale en phase oscillante et des anomalies cinématiques du genou dans le plan sagittal. Tous les patients avaient eu une analyse 3D de la marche et un bilan analytique préopératoire et postopératoire. La moyenne de suivi était 18 mois. Afin d'évaluer les résultants du traitement, les patients ont été groupés en fonction de la cinématique du genou : I) Pic de flexion du genou (PFG) $<50^\circ$ et II) PFG $>50^\circ$ mais tardif (au-delà de 77% du cycle de marche). Les données ont été analysées statistiquement.

RÉSULTATS :

Le groupe de patients avec un PFG $<50^\circ$ ont eu une amélioration significative après le transfert ($p=.005$) et après la ténotomie ($p=.03$). Les patients qui avaient un PFG tardif ont aussi montré une amélioration significative après les deux techniques ($p=.001$; $p=.02$). Tous les patients ont expérimenté une amélioration clinique en termes de rétraction musculaire.

DISCUSSION :

À la lumière des résultants de cette étude, nous pensons que les deux techniques peuvent améliorer la cinématique du genou en phase oscillante. Compte tenu que la ténotomie ou le transfert du FR sont réalisées dans le cadre d'une chirurgie multi étagée, de longue durée, la ténotomie basse représente une meilleure solution car le temps de réalisation est plus court.

BIBLIOGRAPHIE :

- [1] Asakawa DS, Blemker SS, Rab GT, Bagley A, Delp SL. Three-dimensional muscle-tendon geometry after rectus femoris tendon transfer. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86:348-354.
- [2] Riewald SA, Delp SL. The action of the rectus femoris muscle following distal tendon transfer : Does it generate knee flexion moment? *Dev Med Child Neurol.* 1997;39:99-105.

MARCHE NORMALE / MARCHE PATHOLOGIQUE

- Quels sont les facteurs associés à l'instabilité de la marche des patients diabétiques ?
M^{me} L. Allet, M. S. Armand, Pr K. Aminian, Dr B. Le Callennec, Pr A. Golay, Dr Z. Pataky, R. de Bie, M. D. Monnin, Dr E. D. de Bruin 57
- Analyse de la marche dans la maladie de Charcot-Marie-Tooth : apport de l'EMG dynamique.
Dr C. Boulay, Dr M. Jacquemier, Dr V. Pomeroy, Dr E. Viehweger, M. Custaud, M^{me} S. Scorsone-Pagni, Dr Y. Glard, Dr S. Jacopin, Pr J-L. Jouve, Pr B. Chabrol, Pr G. Bollini 58
- EMG dynamique : reproductibilité des cycles de marche à partir de l'analyse des footswitchs.
Dr V. Pomeroy, Dr C. Boulay, Dr E. Viehweger, Dr Y. Glard, Pr G. Bollini, Pr J-L. Jouve, Dr M. Jacquemier 59
- Analyse électromyographique (EMG) des co-contractions musculaires (COM) des membres inférieurs chez l'enfant sain et hémiplégiq ue lors de la marche confortable, lente et rapide.
M^{lle} S. Berder, Dr S. Brochard, M. M. Lempereur, Pr O. Rémy-Néris 60
- Influence sur les paramètres spatiaux de la marche du traitement par toxine botulique du pied équin spastique.
Dr I. Miri, Dr S. Lebib, S. Ghorbel, S. Koubaa, Pr F. Z. Ben Salah, Dr C. Dziri 61
- Effet sur la cinématique des aides de marche dans la paralysie cérébrale.
Dr D. Yepremian, M. L. Lejeune, M. M. Jarrige, M. E. Desailly, M. D. Bouchakour, Dr F. Hareb, Dr K. Nejib 62

Quels sont les facteurs associés à l'instabilité de la marche des patients diabétiques ?

M^{me} L. ALLET^{1,2}, M. S. ARMAND¹, Pr K. AMINIAN³, D^r B. LE CALLENNEC³,
Pr A. GOLAY¹, Dr Z. PATAKY¹, R. DE BIE², M. D. MONNIN¹, Dr E. D. DE BRUIN⁴

¹ Hôpitaux Universitaires et Université de Genève - SUISSE

² Université de Maastricht

³ EPFL Lausanne - SUISSE

⁴ ETH Zurich

MOTS-CLEFS : *marche, diabète*

INTRODUCTION :

Les patients diabétiques (PD) chutent plus souvent que les sujets sains [1]. Leurs difficultés de marche s'accroissent sur des terrains accidentés [2]. Les facteurs associés à ces problèmes et notamment le rôle de la neuropathie sont toujours en débat [3].

OBJECTIF :

L'objectif de cette étude est d'investiguer les facteurs associés à la diminution de vitesse de la marche (VM) et de sa régularité en passant d'un terrain plat (bitume) à un terrain accidenté (pierre) dans un groupe PD.

MÉTHODES :

La marche de 76 PD (63±9.6 ans / BMI 31±5.4) a été évaluée à l'extérieur, sur différentes surfaces (bitume, herbes et pierres) au moyen d'un système Physilog® (accéléromètres et gyroscopes). Nous avons retenu les différences de la vitesse de la marche et celles de sa régularité - exprimée par le coefficient de variation du cycle de marche (CVCM) - entre bitume et pierre comme variables explicatives pour effectuer une analyse par régression linéaire. L'âge, le BMI, la force musculaire isométrique, la mobilité articulaire des membres inférieurs, la sensibilité superficielle et profonde ainsi que la peur de tomber ont été utilisés comme facteurs associés potentiels.

RÉSULTATS :

La VM sur les pierres (3.9km/h±0.8) est inférieure de 0.6km/h ($p < 0.001$) à la VM sur le bitume (4.5km/h±0.6). Le CVCM est plus élevé sur les pierres que sur le bitume (2.6±0.9 vs 5.1±2.8, $p < 0.001$). 36% de la différence de la VM s'explique par trois facteurs cliniques: force, sensibilité profonde et peur de tomber. La force est la variable qui explique le plus l'augmentation du CVCM (11.8 %).

DISCUSSION-CONCLUSION :

Les difficultés rencontrées par les PD à s'adapter aux terrains accidentés semblent s'expliquer par la force, la sensibilité profonde et la peur de tomber. La suite de ce travail visera à évaluer l'effet d'un entraînement spécifique, ciblé sur ces facteurs, pour améliorer la marche des PD et diminuer leur fréquence de chutes.

BIBLIOGRAPHIE :

[1] Cavanagh et al. Problems with gait and posture in neuropathic patients with insulin dependent DM. Diabet Med, 1992.

[2] Allet et al. Gait alterations of diabetic patients while walking on different surfaces. Submitted in GaitPosture.

[3] Allet et al. Gait characteristics of diabetic patients with and without NP. Diabetes Metab, 2008.

Analyse de la marche dans la maladie de Charcot-Marie-Tooth : apport de l'EMG dynamique

Dr C. BOULAY^{1,2}, Dr M. JACQUEMIER¹, Dr V. POMERO¹, Dr E. VIEHWEGER¹,
M. CUSTAUD³, M^{me} S. SCORSONE-PAGNI¹, Dr Y. GLARD¹, Dr S. JACOPIN¹,
Pr J-L. JOUVE¹, Pr B. CHABROL², Pr G. BOLLINI¹

CHU Timone Enfants - Marseille (13)

¹ Service de chirurgie orthopédique pédiatrique Laboratoire d'analyse de la marche

² Centre de Référence des Maladies Neuro-musculaires de l'enfant, Service de neurologie pédiatrique

³ Lecante OrthoSud - Marseille (13)

MOTS-CLEFS : *neuropathie Charcot Marie Tooth, AQM, EMG dynamique*

INTRODUCTION :

L'Analyse Quantifiée de la Marche (AQM) met en évidence 4 variétés fonctionnelles de la marche (Ounpuu) dans la maladie de Charcot Marie Tooth (CMT). Bien que le déficit des fléchisseurs dorsaux (pied tombant en phase d'oscillation) soit décrit comme caractéristique du CMT, il existe très souvent des schémas de marche où le pied tombant est absent au profit d'un déficit prédominant sur les fléchisseurs plantaires associé, pendant la phase d'appui, à un pic de flexion dorsale augmenté et/ou retardé à l'origine d'un décollement retardé du talon et d'une absence de pied tombant pendant l'oscillation.

OBJECTIF :

Révéler ce déséquilibre avec l'EMG dynamique de la marche entre muscles agonistes et antagonistes de la cheville et valider sur le plan de l'activité électrique du muscle le schéma fonctionnel de la marche.

MÉTHODOLOGIE :

Dix enfants CMT ont eu une AQM (cinématique et cinétique de la cheville selon la classification fonctionnelle en 4 stades de Ounpuu) et un EMG de la marche (tibialis antérieur et postérieur, long extenseur des orteils, peroneus longus, gastrocnemius medialis : étude de la chronologie de la séquence d'activation). Les séquences d'activation musculaire étaient corrélées au type de marche.

RÉSULTATS :

Notre série présente une proportion d'équins en phase d'appui et d'oscillation plus importante donc une marche moins fonctionnelle. Les fléchisseurs plantaires étaient déficitaires, en phase d'appui, de façon prédominante pour le type de marche A et C avec en phase d'oscillation une absence de déficit des fléchisseurs dorsaux en A mais présent en C. Les fléchisseurs dorsaux étaient déficitaires, en phase d'appui, de façon prédominante pour le type de marche B et D avec en phase d'oscillation une absence de déficit des fléchisseurs dorsaux en B mais présent en D.

DISCUSSION:

Deux conditions biomécaniques sont identifiées soulignant l'intérêt de ces explorations fonctionnelles dynamiques là où la clinique est prise à défaut. Ces examens conditionnent la stratégie et l'évaluation fonctionnelle de la prise en charge thérapeutique. L'hypothèse d'une compréhension de la déformation des pieds est avancée avec l'EMG de la marche.

BIBLIOGRAPHIE :

Ounpuu S Biomechanics of gait in Charcot-Marie-Tooth disease. In ESMAC; Amsterdam, Netherlands; 2006. p. 138-9

EMG dynamique : reproductibilité des cycles de marche à partir de l'analyse des footswitchs.

Dr V. POMERO, Dr C. BOULAY, Dr E. VIEHWEGER, Dr Y. GLARD,
Pr G. BOLLINI, Pr J-L. JOUVE, Dr M. JACQUEMIER
CHU Timone Enfants - Marseille (13)

MOTS-CLEFS : *Footswitch, EMG dynamique, contacteur plantaire, répétabilité*

INTRODUCTION :

L'EMG dynamique permet au praticien de cibler les muscles à injecter en toxine, par l'analyse des anomalies d'intensité et de timing d'activation musculaire. On peut juger de la reproductibilité du cycle de marche par l'observation de l'état des footswitchs (la façon dont le patient déroule son pas). Certains patients ayant une mauvaise reproductibilité intra-sujet, l'analyse des patterns des footswitchs permet de déterminer les cycles les plus ressemblants.

OBJECTIFS :

L'objectif est de proposer une méthodologie d'analyse des signaux recueillis par les footswitchs, qui permette au praticien de fonder son analyse EMG sur les cycles de marche les plus reproductibles.

MÉTHODES :

La méthodologie présentée ici se décompose en deux parties. Pour chaque phase d'appui :

I. Construction d'une matrice binaire MB de dimension ($N_{\text{contacteurs}} * N_{\text{echantillons}}$), obtenu par décomposition du signal enregistré des footswitchs en 0 s'il n'est pas actif et 1 s'il est actif.

II. Construction d'une matrice binaire de chronologie des événements MBCE : Un événement est un changement d'état d'un contacteur (passage de 0 à 1, ou de 1 à 0). La matrice MBCE est donc de taille ($N_{\text{contacteurs}} * N_{\text{evenements}}$). Ainsi, pour tous les cycles ayant une phase d'appui de même nature, la matrice MBCE sera identique.

Une fois ce calcul préliminaire effectué pour tous les cycles, un comptage du nombre d'occurrence de chaque matrice MBCE est réalisé.

RÉSULTATS :

Ce traitement de l'information contenue dans les footswitchs permet notamment de déterminer quels sont les cycles ayant le pattern le plus souvent rencontré, et donc une analyse ciblée des signaux des séquences d'activation EMG.

DISCUSSION-CONCLUSION :

Nous n'avons pas pu retrouver dans la littérature des méthodes qui permette de traiter et de condenser l'information qu'apportent les footswitchs lors d'une analyse EMG. Seuls sont rapportés des travaux concernant l'analyse des timings liés au contact du pied au sol, en comparaison avec les plateformes de force [1, 2]. Une évaluation de la pertinence clinique de la méthodologie proposée est en cours dans le service.

BIBLIOGRAPHIE :

- [1] JM Hausdorff et al., J Biomech 1995-28: 347-51.
- [2] PM Mills et al., G&P 2007-26: 323-6.

Analyse électromyographique (EMG) des co-contractions musculaires (COM) des membres inférieurs chez l'enfant sain et hémiplégique lors de la marche confortable, lente et rapide

M^{lle} S. BERDER¹, Dr S. BROCHARD¹,
M. M. LEMPEREUR^{1,2}, Pr O. RÉMY-NÉRIS¹

¹ CHU de Brest, Hôpital Morvan, Service de Médecine Physique et de Réadaptation - Brest (29)

² Laboratoire de Traitement de l'Information Médicale INSERM U650 - Brest (29)

MOTS-CLEFS : *Enfant hémiplégique, co-contraction, la marche, électromyographie, indice de co-contraction*

INTRODUCTION :

La COM est une activité simultanée des muscles agonistes et antagonistes. L'objectif de cette étude est de comparer les COM des enfants sains et paralysés cérébraux hémiplégiques (PC).

MATÉRIEL ET MÉTHODE :

10 enfants (5 sains et 5 PC) ont réalisé 4 fois à 3 vitesses différentes une distance de 10m en marchant. Une analyse cinématique a été réalisée avec un système VICON. L'EMG (système MA 300) du rectus femoris, médial hamstring, triceps surae et tibialis anterior a été enregistré. L'indice de COM correspond à l'aire moyenne de la zone de recouvrement des enveloppes linéaires de l'activité EMG sur chaque cycle de marche.

RÉSULTATS :

Toutes vitesses confondues, le côté hémiplégique (CH du PC) connaît plus de COM que l'enfant sain (ES) en proximal et en distal. Les COM diminuent avec l'augmentation de la vitesse chez l'ES en proximal contrairement à l'enfant PC. Les COM du CH du PC sont plus importantes en proximal qu'en distal. Quand la vitesse augmente les COM augmentent du côté sain (CS) du PC en proximal comme pour l'ES. Elles diminuent en distalité. Les COM du CS du PC sont plus importantes que l'ES en particulier en vitesse rapide et en proximal.

DISCUSSION :

Ces résultats sont en accord avec les données de Unnithan et al. (1996) qui ont montré un indice de COM plus haut chez les PC diploplégiques augmentant avec la vitesse de marche en proximal. Toutefois Bowsher et al. (1992) montrent une absence de variation de la quantité de COM en fonction de la vitesse chez l'enfant PC. Ces contradictions peuvent venir des différentes méthodes de mesure de la COM, de la locomotion qui diffère entre la marche sur tapis de course ou sur sol.

CONCLUSION :

Ces résultats sont toutefois préliminaires et doivent être étendus à un groupe plus important pour permettre des conclusions plus significatives.

BIBLIOGRAPHIE :

- [1] Bowsher KA, Damiano DL, Vaughan CL. Joint torques and co-contraction during gait for normal and cerebral palsy children. The second North American Congress on Biomechanics (NACOB II), 1992, 319-320.
- [2] Unnithan VB, Dowling JJ, Frost G, Volpe Ayub B, Bar-Or O. cocontraction and phasic activity during gait in children with cerebral palsy. Electromyogr Clin Neurophysiol, 1996, 36(8), 487-494.

Influence sur les paramètres spatiaux de la marche du traitement par toxine botulique du pied équin spastique

Dr I. MIRI, Dr S. LEBIB, S. GHORBEL, S. KOUBAA, Pr F. Z. BEN SALAH, Dr C. DZIRI

*Service de Médecine Physique Réadaptation Fonctionnelle,
Institut National d'Orthopédie M. Kassab - La Manouba - TUNISIE*

MOTS-CLEFS : *pied équin spastique, toxine, paramètres de la marche*

INTRODUCTION :

Notre objectif est de déterminer s'il existe une modification des paramètres de la marche après traitement par toxine botulique et ou plâtres successifs dans le cadre du pied équin spastique.

MATÉRIEL ET MÉTHODE :

Nous avons réalisé une étude rétrospective en incluant des patients ayant bénéficié d'une injection de toxine dans la jambe et/ou des plâtres successifs durant l'année 2007-2008. L'évaluation réalisée avant et après traitement reposait sur l'examen clinique (évaluation de la spasticité, de la force musculaire, bilan articulaire), analyse vidéographique et étude du pas sur Balance Neurocom® avec étude de largeur, la longueur du pas, la vitesse et le pourcentage de symétrie du pas.

RÉSULTATS :

15 patients correspondaient aux critères d'inclusion. Après traitement, on a noté une diminution significative de la spasticité du triceps sural, gain sur les rétractions. Une meilleure cinématique sur l'analyse vidéographique, mais il n'y a en revanche pas de modification significative sur la vitesse de marche.

CONCLUSION :

Le traitement du pied équin spastique est actuellement mieux codifié. On note une amélioration clinique après traitement par toxine et/ou plâtres avec gain articulaire diminution de la spasticité par contre sur les résultats objectifs sur les paramètres de la marche restent controversée.

BIBLIOGRAPHIE :

M. Mousny (1) N. Allington (2) La toxine botulinique A dans le traitement de la spasticité dynamique en équin chez les enfants porteurs d'infirmité motrice d'origine cérébrale. Revue de chirurgie orthopédique 1999 ; 85 156-163.

Effets sur la cinématique des aides de marche dans la paralysie cérébrale

Dr D. YEPREMIAN¹, M. L. LEJEUNE¹, M. M. JARRIGE¹, M. E. DESAILLY^{1,3},
M. D. BOUCHAKOUR¹, Dr F. HAREB¹, Dr K. NEJIB²

¹ Fondation Ellen Poidatz - St Fargeau-Ponthierry (77)

² Service d'Orthopédie Pédiatrique, Hôpital Trousseau - Paris (75)

³ Laboratoire de Mécanique des Solides, Université de Poitiers,
UMR-6610, CNRS, SP2MI - Futuroscope-Chasseneuil (86)

MOTS-CLEFS : *aides de marche, cinématique, paralysie cérébrale*

INTRODUCTION :

Un nombre significatif d'analyses de la marche (en moyenne 20% dans notre laboratoire) sont réalisées avec diverses aides de marche. A notre connaissance aucune étude n'a recherché l'effet de l'utilisation de tels soutiens sur la cinématique de la marche en référence à une marche sans assistance. Seuls quelques travaux ont comparé entre eux différents types de déambulateurs [1, 2, 3].

OBJECTIFS :

La question posée est celle du choix de l'analyse de marche de référence, lorsque plusieurs types de marche coexistent, en particulier avant un projet chirurgical des membres inférieurs.

MÉTHODE :

Un sujet sain et compétent dans l'utilisation des aides de marche a été dans un premier temps étudié. Quatre conditions de marche ont été évaluées et comparées avec la marche libre : marche avec cannes anglaises et tripodes, marche avec déambulateur antérieur et postérieur.

Dans un second temps 10 dossiers de marches d'enfants atteints d'une paralysie cérébrale et comportant une analyse de marche avec et sans assistance ont été revus.

RÉSULTATS :

Les courbes de la cinématique du sujet sain ont été modifiées quelque soit l'aide de marche utilisée. L'antéversion du bassin est significativement accentuée et devient maximale lors de l'utilisation de déambulateurs.

Pour les sujets IMC seule la cinématique de la marche avec déambulateur antérieur a été sensiblement transformée.

DISCUSSION-CONCLUSION :

L'influence sur la cinématique des aides de marche n'est pas comparable chez le sujet sain et pathologique. Ces résultats préliminaires ne contredisent pas l'idée de retenir la marche non assistée comme analyse de référence avant une chirurgie des membres inférieurs. Ils soulignent, en cohérence avec d'autres études [3], les inconvénients des déambulateurs antérieurs.

BIBLIOGRAPHIE :

- [1] Logan L. et al. Dev. Med Child Neurol. 1990.
- [2] Greiner BM et al. Arch Phys Med Rehabil. 1993.
- [3] Park ES. et al. Yonsei Med J. 2001.
- [4] Strifling KM et al. Gait Posture. 2008.

POSTERS

- Dossier médical informatisé de l'examen orthopédique de l'enfant handicapé moteur - Présentation et perspectives d'avenir.
Dr J. Griffet, Dr J. Leroux, H. Rauscent, A. Carlier, Dr J-P. Flambart 64
- Attelle « Releveur Liberté » : effets sur la cinématique de cheville.
M^{me} L. Arsenault, M. L. Delporte, M. P. Revol, Dr P-O. Sancho, Dr J. Luauté, Pr Y. Rossetti, Pr D. Boisson 65

Dossier médical informatisé de l'examen orthopédique de l'enfant handicapé moteur - Présentation et perspectives d'avenir

Dr J. GRIFFET^{1,2}, Dr J. LEROUX^{1,2}, H. RAUSCENT^{1,2}, A. CARLIER³, Dr J-P. FLAMBART²

¹ Pôle Enfants-Adolescents, C.H.U de Nice (06)

² Unité Clinique d'Analyse du Mouvement (UCAM) Institut Rossetti - Nice (06)

³ Computer Training and Development - La Tour de Mare (83)

MOTS-CLEFS : *dossier, informatisé, enfant, handicapé*

INTRODUCTION :

Les enfants handicapés moteur sont pris en charge par des équipes pluridisciplinaires. Leur examen clinique est difficile. La prise en charge de ces enfants est souvent complexe. Il est alors indispensable que leur examen soit reproductible et que les données concernant leur prise en charge facilement partagées entre chaque intervenant de l'équipe.

OBJECTIFS :

Pour améliorer la reproductibilité de l'examen de ces enfants et faciliter le partage des données concernant leur prise en charge, nous proposons d'utiliser un dossier informatique commun, partagé au sein d'un réseau. De plus, les aides intégrées en font un bon outil pédagogique. Enfin, le calcul comparatif du nombre de flacons de toxine nécessaire pour chaque marque à un intérêt économique.

MATÉRIEL ET MÉTHODE :

Le dossier correspond à une base de données réalisées grâce à une application informatique du logiciel Microsoft Access® 2000. Celle-ci regroupe, sous un même fichier, disponible en réseau, les données cliniques, thérapeutiques et radiographiques de chaque patient. Le nombre de flacons nécessaires aux injections de toxine botulique et le prix de revient de celles-ci sont calculés automatiquement en comparant Botox® et Dysport®. Les données sont colligées dans des formulaires remplis à chaque consultation. Des aides sont intégrées dans ces formulaires. Elles permettent d'améliorer la reproductibilité de l'examen et sont un bon outil pédagogique. Une synthèse des données recueillies et un courrier au médecin traitant sont automatiquement rédigés sous Word®.

Cette base de données peut être utilisée sur tous les ordinateurs PC. Les études statistiques seront réalisées grâce au logiciel Microsoft Excel® par exportation directe des données de Access® vers Excel®.

Ce dossier informatisé permet donc d'améliorer la reproductibilité de l'examen des enfants handicapés. Il améliore le partage des informations entre les intervenants de l'équipe pluridisciplinaire. Par ailleurs, les aides intégrées en font un bon outil pédagogique. Enfin, le calcul automatique du nombre de flacon de toxine nécessaire pour chaque marque permet de réduire les coûts de la prise en charge de ces enfants.

Attelle « Releveur Liberté » : effets sur la cinématique de cheville

M^{me} L. ARSENAULT¹, M. L. DELPORTE^{1,2}, M. P. REVOL^{1,2}, Dr P-O. SANCHO^{1,2},
Dr J. LUAUTÉ^{1,2}, Pr Y. ROSSETTI^{1,2}, Pr D. BOISSON^{1,2}

¹ Hospices Civils de Lyon, Mouvement et Handicap, Hôpital Henry Gabrielle - Saint-Genis-Laval (69)

² INSERM UMR-S 864, Espace et action - Bron (69)

MOTS-CLEFS : marche, orthèse, attelle « Releveur Liberté »

INTRODUCTION :

Des déficits de releveurs du pied sont souvent rencontrés suite à des lésions du système nerveux central ou périphérique. Pour pallier à ce déficit, il existe différents types d'orthèses communément proposées aux patients en centre de rééducation. Parmi ces attelles « releveur de pied », certaines engendrent une limitation de flexion plantaire et par conséquent, de propulsion [1]. Une nouvelle attelle, « Releveur Liberté ® » (RL), est présentée comme permettant une démarche plus naturelle et dynamique. Il n'y a pas à notre connaissance de publication connue du retentissement de cette attelle sur la marche.

OBJECTIFS :

Le but de cette étude est de mettre en évidence les effets de cette attelle sur la cinématique de cheville et notamment sur la flexion plantaire au moment de la propulsion, chez un patient présentant une atteinte périphérique.

MÉTHODE :

Une analyse quantifiée de la marche, avec et sans attelle RL, est réalisée avec système VICON chez un patient de 34 ans qui a présenté une fracture de jambe droite avec syndrome des loges. Il présente un déficit complet des muscles releveurs du pied compensé par un transfert tendineux du tibial postérieur sur le tibial antérieur droit. L'évolution, 15 ans après, est marquée par des douleurs musculaires au niveau du tibial postérieur, avec accrochage du pied, et compensation en rotation externe du membre inférieur droit, qui a motivé l'essai d'un appareillage.

RÉSULTATS :

Les changements cinématiques observés avec l'attelle RL sont : une diminution significative de la flexion plantaire au contact initial, l'apparition d'un premier pivot de cheville, une augmentation de la flexion dorsale à l'appui, la conservation d'une poussée quasi équivalente en amplitude et en vitesse angulaire et une oscillation plus près de la flexion dorsale.

DISCUSSION-CONCLUSION :

Chez ce patient, l'utilisation de l'attelle RL permet un positionnement correct de la cheville en oscillation et au contact initial sans altérer la flexion plantaire au décollement du pas. Afin de compléter cette investigation, il s'avère nécessaire de comparer cette orthèse avec une autre plus rigide de type mollet-planté, cette démarche est en cours.

BIBLIOGRAPHIE :

[1] James R. Gage in : The treatment of gait problems in cerebral palsy, 2004.