

CONGRÈS

Handicaps et Mouvements

des Sociétés



SOCIÉTÉ FRANÇAISE
D'ORTHOPÉDIE
PÉDIATRIQUE

Représentée par :
Pr. Bruno DOHIN



SOCIÉTÉ FRANCOPHONE
D'ÉTUDES ET DE RECHERCHE
SUR LES HANDICAPS DE L'ENFANCE

Représentée par :
Pr. Carole Vuillerot



SOCIÉTÉ FRANCOPHONE
D'ANALYSE DU MOUVEMENT
CHEZ L'ADULTE ET L'ENFANT

Représentée par :
Pr. Elke VIEHWEGER

RECUEIL SOFAMEA

12-14 AVRIL 2023

**PALAIS DES CONGRÈS
SAINT-ETIENNE**

Coordination du congrès :
Pr. Bruno DOHIN

Crédits Photos : AdobeStock®



ORGANISATION GÉNÉRALE : MCO Congrès

Villa Gaby - 285 Corniche JF. Kennedy - 13007 Marseille - T. : (+33)4 95 09 38 00

Inscription & Programme : Audrey Soulier - audrey.soulier@mcocongres.com

Logistique & Commercialisation : Siham Guandourro - siham.guandourro@mcocongres.com

www.mcocongres.com

www.handicapsetmouvements2023.fr

SOFA01 : Estimation de la consommation énergétique de personnes équipées de simulateurs de prothèse à partir d'un modèle musculosquelettique

Type de soumission souhaité : Communication orale

Auteurs :

Aurore Bonnet-Lebrun (1), Xavier Bonnet (2), Amandine Boos (2), Lucas Sedran (2), Hélène Pillet (2)

1. , Institut de Biomécanique Humaine Georges Charpak, Paris, France

2. , Institut de Biomécanique Humaine Georges Charpak, Paris, France

Mots clefs : Marche, Amputation transfémorale, Coût métabolique, Modèle musculosquelettique

Introduction :

A vitesse équivalente, une nette augmentation du coût métabolique est observée pour les personnes amputées du membre inférieur, en particulier les sujets amputés au-dessus du genou, par rapport aux sujets asymptomatiques lors de la marche (Van Schaik et al. 2019). L'objectif de cette étude est de quantifier l'impact de l'utilisation d'une prothèse trans-fémorale sur le coût métabolique évalué à partir des échanges gazeux d'une part et d'autre part via un modèle musculosquelettique.

Méthode :

Six sujets asymptomatiques (4M/2F) ont marché 1. sans prothèse, 2. équipés d'un simulateur de prothèse du genou associé à un pied à restitution d'énergie. Les données de cinématique, cinétique et VO₂ ont été enregistrées. Un modèle musculosquelettique inspiré de (Anderson & Pandy 1999, Koelewijn et al. 2019) et composé de 8 muscles par jambe a été utilisé. Les bras de levier des muscles étaient considérés constants et l'élasticité des tendons était prise en compte. Les efforts musculaires ont été déterminés par optimisation statique, puis le coût métabolique de chaque muscle a été estimé à partir du modèle de Minetti et al. 1997.

Résultats :

Le coût métabolique mesuré est doublé entre la marche asymptomatique et celle avec simulateur (3,6 J.kg⁻¹.m⁻¹ vs 7,6 J.kg⁻¹.m⁻¹). Le modèle, cohérent avec les données de Koelewijn et al. 2019, montre une asymétrie du recrutement des muscles de la hanche entre les deux jambes, avec une augmentation globale des efforts musculaires lors de la simulation de l'amputation. Pour la marche asymptomatique, malgré des efforts plus importants au niveau de la cheville que de la hanche, ces deux articulations représentent chacune environ 40% du coût métabolique total. Lorsque les sujets sont équipés du simulateur de prothèse, l'augmentation des coûts métaboliques des muscles de la hanche côté prothèse et des muscles du membre sain ne compense pas l'absence des coûts liés aux muscles de la cheville et du genou remplacés par les articulations prothétiques.

Discussion :

Le modèle actuel (2D, 8 muscles) ne permet pas d'expliquer le surcoût métabolique observé chez les sujets amputés.

Conclusion :

Deux pistes d'amélioration du modèle pourraient être l'intégration des muscles de la sangle abdominale et des lombaires et la prise en compte du plan frontal.

SOFA02 : A DIGITAL TWIN FOR THE ESTIMATION OF LOWER LIMB INTERSEGMENTAL FORCES DURING LEVEL WALKING

Type de soumission souhaité : Communication orale

Auteurs :

DOMITILLE PRINCELLE (1), Giorgio Davico (1), Marco Viceconti (1)

1. Department of Industrial Engineering, University of Bologna, Bologna, Italie

Mots clefs : Musculoskeletal model, Subject-specific model, Joint load, Motor control

Introduction :

With neuro-musculoskeletal (MSK) conditions representing 25% of the burden of diseases, developing individual rehabilitation treatment through an objective, patient-specific MSK model could be the key. For healthy adults, the neuromuscular activation strategy is to minimise the metabolic expenditure, referred to as optimal control, and can be predicted using a static optimisation algorithm (SO) [1]. But, when the subject control is severely sub-optimal, the only viable solution is using EMG-informed models that reflect the activity of selected muscles [2]. However, it is unclear if the compilation of such data collection, processing and modelling is justified by an increase in accuracy. This study aims to estimate the predictive accuracy of subject-specific MSK models and investigate the changes in predictive accuracy when an EMG-informed approach replaces the SO approach.

Méthode :

Experimental data of four elderly participants implanted with an instrumental knee prosthesis were obtained from the last four editions of the Knee Grand Challenge (KGC) [3]. Participant-specific MSK models were generated using our in-house pipeline. Muscle properties were personalised, using the medical images to approximate the participant's physiology and characteristics. Biomechanical simulations of level walking were performed using OpenSim 4.1. Muscle activations and knee forces were computed using the SO [1] approach and an EMG-informed approach [2]. Each knee contact force prediction was compared against the in-vivo measurements in terms of RMSE and R^2 using a Statistical Parametric Mapping two-tailed t-test analysis ($\alpha = 0.05$).

Résultats :

Only preliminary results from the 6th KGC edition are presently reported. The SO predictions presented an $RMSE=0.42\pm 0.1BW$, but the optimal control assumption did not match the patient suboptimality behaviour ($R^2=0.86\pm 0.05$), represented by a nearly flat curve. On the other hand, the EMG-informed methods overestimated the knee load ($RMSE=0.88\pm 0.06BW$) but approximated best the experimental curve pattern ($R^2=0.91\pm 0.03$).

Discussion :

Each approach is still undergoing technical validation using the four participants of the KGC dataset [3]. Once conducted, the difference between the two resulting intersegmental forces curves could be used to inform the degree of suboptimality of the patient.

Conclusion :

Such information could then be used by neuromotor rehabilitation programs to assess their effectiveness or reflect disease progression in neurodegenerative diseases.

SOFA03 : ToulGaitViz - A new tool for the systematic description of lower limb clearance during the swing phase of gait after stroke.

Type de soumission souhaité : Communication orale

Auteurs :

Emmeline Montané (1), Camille Cormier (1), Marino Scandella (2), Adrian Cangelosi (1), Philippe Marque (3), Florent Moissenet (4), David Gasq (1)

1. Explorations Fonctionnelles et Physiologiques, CHU de Toulouse, Toulouse, France
2. Laboratoire d'analyse de la marche, CHU de Toulouse, Toulouse, France
3. Médecine Physique et de Réadaptation, CHU de Toulouse, Toulouse, France
4. Kinesiology Laboratory, Geneva University Hospitals and Geneva University, Genève, Suisse

Mots clefs : Gait Analysis, Hemiplegia, Gait Disorder, Limb Shortening, Compensatory Movements, Kinematics

Introduction :

In post-stroke hemiparetic subjects, a systematic and quantified description of the shortening default and compensatory movements during the swing phase of gait is essential to guide treatments and assess the impact of therapeutic interventions. However, such a systematic approach does not exist in the current clinical practice. The aim of this study was to present the ToulGaitViz, a tool intended for quantification and visualization of the kinematics of lower limbs during swing phase of gait.

Méthode :

The ToulGaitViz is a standalone software. It provides a synthetic two-part graphical representation of the kinematic data from a 3-dimensional gait analysis (3DGA). The first part is related to the quantification of limb clearance as the sum of the shortening related to hip, knee and ankle flexion in the sagittal plane and compensations related to the abduction of the limb and hip hiking at mid-swing. The second part is related to a synthetic visualization of key shortening and compensation biomarkers in comparison to a participant-adjusted norm obtained from previously published regressors. The ToulGaitViz report is illustrated for a hemiparetic participant who performed two 3DGAs, one before and one after a neurotomy of the soleus nerve, lengthening of the gastrocnemius muscle and toe claw surgery.

Résultats :

In the first part, the report showed that the clearance was decreased after the surgery in relation to an increase in shortening (+0.4 cm) and a decrease in compensations (-0.9 cm). In the second part, the report showed that the ankle dorsiflexion was increased so that the participant no longer presented a default of dorsiflexion. The knee flexion has been increased (+10.1°) and the difference to the norm has also decreased (-5.4°) but the participant still has a default in knee flexion during swing after surgery.

Discussion :

Across this example the ToulGaitViz highlighted the modifications of shortening and compensation on 3DGAs done before and after the surgery with quantitative and comprehensive data.

Conclusion :

The ToulGaitViz could be easily used in clinical practice to extract relevant kinematic data from the origin of shortening default and the weight of compensations. It could also be used in the future to describe a cohort of hemiplegic subjects.

SOFA04 : Kinematic assessments of the upper limbs function for patient with cerebral palsy: a scoping review

Type de soumission souhaité : Communication orale

Auteurs :

Julie Rozaire (1), Clémence Paquin (2), Lauren Henry (2), Hovannes Agopyan (3), Alexandre Naaïm (2), Sonia Duprey (2), Emmanuelle Chaleat-Valayer (3)

1. , CMCR des Massues/LBMC, Lyon, France
2. , Laboratoire de Biomécanique et Mécanique des Chocs (LBMC), Bron, France
3. Hôpital de jour, CMCR des Massues, Lyon, France

Mots clefs : Cerebral palsy; Upper Limbs; Motion Analysis; Kinematics

Introduction :

Motion analysis seems a promising tool, however its place is not yet fully established in clinical practice due to the lack of consensus on which tasks and parameters to assess. The goal of this scoping review is to examine the kinematic assessments used in the literature to evaluate upper limb function in patients with cerebral palsy (CP) and to give an overview of the type of patients studied and of the tools, tasks, and parameters used.

Méthode :

In September 2022, an electronic search of the PubMed and Web of Science databases was conducted. The searched blocks were linked using the "and" logical operator and included: (i) the diagnosis with "Cerebral Palsy," "Dyskinesia," "Dystonia," or "Spasticity"; (ii) the upper limb body regions, described by "Upper Arm," "Wrist," "Elbow," "Shoulder," "Finger," "Forearm," or "Hand"; and (iii) measurements, such as "Biomechanics," "Kinematic," "Motion Analysis," "Spatiotemporal," or "3D."

Résultats :

A total of 657 articles were identified and 98 studies were finally included for analysis after a selection process by a team of engineers and clinicians. The distribution of the population according to the Manual Ability Classification System (MACS) in 45 studies shows that if MACS levels I, II, and III are well represented, the more severe forms of CP with MACS levels IV and V only represented 3,47% (n=27) and 0.13% (n=1) of the participants. A wide range of kinematic parameters were measured at the shoulder, elbow, wrist, hand, head, or trunk levels. Of the 94 articles that specified the type of impairment, 66 focused solely on hemiparetic patients. Most of the time, upper limbs were studied separately during unimanual tasks such as "reaching " in 59 articles or "reach and grasp" in 37 articles. There has been an increase of bilateral tasks in recent years, with 18 articles studying interlimb coordination.

Conclusion :

This review highlighted and analyzed the diversity of kinematics and tasks used to assess upper limb function. Further research is needed to include patients with MACS IV and V levels or bilateral impairment, and to investigate the use of impaired hand(s) in a bimanual context in relation to clinical scales.

SOFA05 : Stratégie thérapeutique d'injection de toxine botulinique chez l'enfant PC : quel apport de l'analyse de la marche sur tapis roulant instrumenté à différentes vitesses ? Une étude de cas.

Type de soumission souhaité : Communication orale

Auteurs :

Eric Loustalet (1), Hovannes AGOPYAN (2), Emmanuelle Chaleat Valayer (3)

1. SS2E, Centre des Massues, Lyon, France
2. Recherche Innovation et Développement, Centre des Massues, Lyon, France
3. MPR HDJ, Centre des Massues, Lyon, France

Mots clefs : analyse marche, PC, vitesse, écologie, injection de TB

Introduction :

Dans la paralysie cérébrale (PC), les sites d'injection de toxine se déterminent à partir de muscles impliqués dans un trouble fonctionnel, une gêne ou une douleur. Un bilan neuro moteur, une vidéo ou une analyse quantifiée de la marche (AQM) permettent de valider ces sites. Cependant, ces analyses non écologiques, n'exploitent pas l'impact important de la vitesse de marche sur les patterns d'activations musculaires pathologiques. Des dispositifs sur tapis roulant apportent de nouvelles perspectives d'évaluation. Nous présentons un cas clinique d'un enfant PC avec une hémiparésie droite, GMFCS I.

Méthode :

L'analyse de la marche se fait sur un tapis roulant instrumenté dans un laboratoire d'analyse du mouvement immersif ; le Dive In Gait© (Trinoma®). La procédure a consisté à réaliser une AQM, pieds nus (PN), avec attelles (ATT) à vitesse de confort (VC) et vitesse rapide (VR). L'analyse de la marche à VC montre une faible flexion du genou en phase oscillante, avec un retour à l'extension limité, mais l'absence d'hypertonie sur table ne permettait pas de valider s'il était pertinent de proposer une injection des muscles fléchisseurs et extenseurs du genou. Nous avons analysé la marche à deux niveaux de vitesse, afin de vérifier si un déclenchement spastique des muscles agonistes/antagonistes affectait la démarche.

Résultats :

Les données PN-VR ont montré un pic de flexion du genou plus élevé et plus large qu'en PN-VC malgré une activité accrue des muscles extenseurs en phase oscillante. De plus, le genou est trop fléchi en phase d'appui. Enfin, la cinématique du genou se normalise dans les conditions ATT-VR. Ainsi, nous concluons la nécessité d'injecter uniquement les muscles fléchisseurs du genou pour en améliorer la cinématique. L'analyse post injection confirme la stratégie adoptée avec un pic de flexion et une extension du genou améliorées. Le bassin est resté stable.

Discussion :

Bien que la marche sur tapis roulant ne puisse pas être assimilée à celle sur sol, il y a un intérêt à utiliser ces outils dans le diagnostic. La variation de vitesse, la marche en double tâche, les perturbations visuelles ou mécaniques permettent d'orienter la stratégie thérapeutique de manière pertinente en répondant à des questions/hypothèses ciblées.

SOFA06 : Comment l'analyse de la vitesse angulaire peut détecter des marches pathologiques comme l'extension brutale du genou en phase d'appui ? Valeurs normatives et cas cliniques

Type de soumission souhaité : Communication orale

Auteurs :

Sébastien Cordillet (1), Sophie Hameau (2), Isabelle Bonan (2)

1. Médecine Physique et Réadaptation, CHU de Rennes, Montreuil-sur-ille, France
2. Médecine Physique et Réadaptation, CHU de Rennes, Rennes, France

Mots clefs : marche, vitesse angulaire, genou, tibia

Introduction :

L'analyse quantifiée de marche interprète principalement les angles articulaires. Dans certains cas, il est aussi intéressant d'analyser la vitesse angulaire articulaire. Pour aller encore plus loin, nous proposons d'étudier le comportement du tibia et en particulier sa vitesse angulaire. Chez les patients ayant une extension brutale du genou en phase d'appui, cette vitesse angulaire segmentaire devrait se caractériser par des valeurs excessives. Pour définir des valeurs normatives, nous allons étudier la vitesse angulaire segmentaire sur une population saine et vérifier le lien entre vitesse angulaire segmentaire(tibia) et articulaire(genou) ainsi que la sensibilité à la vitesse de marche.

Méthode :

Nous avons utilisé une base de donnée externe de marche composée de 50 sujets sains. Les participants devaient marcher sur un couloir de marche à différentes vitesses (0.18 - 2.37 m/s) et leur mouvement était enregistré avec une système optoélectronique. L'angle et vitesse articulaire ont été calculé afin d'extraire les vitesses angulaires maximales d'extension pour le genou et vers l'arrière pour le tibia durant la phase de simple appui. Deux patients présentant une extension brutale du genou ont réalisé une analyse quantifiée de marche pour vérifier que les valeurs de vitesse angulaire sont excessives.

Résultats :

Les vitesses angulaires articulaire et segmentaire sont corrélées avec la vitesse de marche (respectivement $r=0.89$, $p<0.001$; $r=-0.63$, $p<0.001$). La vitesse angulaire segmentaire est faiblement mais significativement corrélé avec la vitesse angulaire articulaire ($r=-0.25$, $p<0.001$). La vitesse angulaire du tibia des deux patients ayant une extension brutale du genou est largement excessive par rapport aux données normatives (54 et 82°/s contre un maximum de 14°/s chez la population saine).

Discussion :

Nous avons des valeurs normatives de la vitesse angulaire du tibia en fonction de la vitesse de marche. Les deux patients témoins montrent en effet des valeurs anormales de cette vitesse et ces pics de vitesses angulaires surviennent lors de la phase de mise en charge.

Conclusion :

Les futures études pourraient s'intéresser au lien entre les anomalies de vitesse angulaire et les caractéristiques clinique du patient (hypertonies, amplitudes passives). Enfin ce type d'évaluation peut aussi s'envisager avec un simple gyroscope placé sur le tibia à la place d'un système optoélectronique.

SOFA07 : Effets cinématiques et modifications morphologiques résultants d'ostéotomies fémorales distales d'extension chez l'adolescent avec paralysie cérébrale.

Type de soumission souhaité : Communication orale

Auteurs :

Virginie Nguyen-Khac (1), Néjib Khouri (1), Alina Badina (1), Axel Koussou (2), Philippe Wicart (1), Eric Desailly (2)

1. Service de Chirurgie Pédiatrique Orthopédique, Hôpital Universitaire Necker Enfants-Malades, Paris, France
2. Pôle Recherche et Innovation, Fondation Ellen Poidatz, Saint Fargeau Ponthierry, France

Mots clefs : Osteotomie femorale, paralysie cérébrale, cinématique, deviation

Introduction :

L'Ostéotomie Fémorale Distale d'Extension (OFDE) peut être indiquée lors de marche genoux fléchis des adolescents avec Paralysie Cérébrale (PC) et permet si besoin l'association d'une dérotation et d'un raccourcissement. Des déformations secondaires sont parfois observées. L'objectif du travail est d'analyser à court terme les effets de ces ostéotomies sur l'amélioration de l'extension du genou lors du mi appui (KFMS) et l'existence d'éventuelles déviations secondaires.

Méthode :

42 OFDE (14 unilatérale ;14 bilatérale) ont été réalisées chez 28 enfants avec PC (11 filles;17 garçons; 8 GMFCS I;11,II;4,III;5,IV). En pré (P0), post opératoire immédiat (P1) et post opératoire (P2, moyenne 9 mois [$\pm 4,8$]), GDI, KFMS et Sept angles ont été mesurés sur des radiographies de face et de profil. Des modèles linéaires généralisés ont été construits pour expliquer les variations des paramètres radiologiques selon trois variables (déflexion-dérotation-raccourcissement).

Résultats :

Une dérotation était associée dans 16 cas (38%), un abaissement patellaire dans 19 cas (45%) et un geste complémentaire tendineux ou osseux dans 35 cas (83%). La marche était significativement améliorée (GDI de $63,6 \pm 9,3$ vs $76 \pm 9,3$ en pré et post opératoire, respectivement, $p < 0,001$). Dans le plan frontal, on retrouvait une translation médiale du fragment distal de 3° (aJCR P0 vs P2, $p < 0,001$) sans valgus fémoral associé (aLDFA P0 vs P2, $p = 0,59$). Dans le plan sagittal, on retrouvait une translation antérieure du fragment distal de 14° (aJER P0 vs P2, $p < 0,001$) et une correction du fessum du genou entre P0 et P2 (PDFA 91° vs 104° , $p < 0,001$). Il existait une corrélation positive entre translation médiale et quantité de déflexion et une négative entre la translation antérieure et la quantité de dérotation. L'amélioration de la KFMS est corrélée à la variation de PDFA, cette dernière et corrélée et correspond à la valeur du déficit de KMFS pré opératoire.

Discussion :

L'OFDE est efficace pour améliorer GDI et KFMS tout en étant en moyenne satisfaisante quand aux risques de déviations morphologiques. Quelques cas présentent cependant des déviations pouvant être jugées comme trop importantes. L'amélioration de la précision chirurgicale par une planification et une exécution tridimensionnelle est une perspective de minimisation de ces anomalies.

SOFA08 : Marche digitigrade idiopathique: les patients ont-ils besoin de chirurgie ?

Type de soumission souhaité : Communication orale

Auteurs :

Alice BONNEFOY-MAZURE (1), Geraldo DE COULON (2), Camille LEROQUAIS (3), Pierre LASCOMBES (4), Stéphane ARMAND (1)

1. Laboratoire de Cinésiologie, Hopitaux Universitaires de Geneve et Université de Geneve, Geneva, Suisse
2. Département de pédiatrie orthopédique des enfants et des adolescents, Hopitaux Universitaires de Geneve et Université de Geneve, Geneva, Suisse
3. , Hopitaux Universitaires de Geneve, Geneva, Suisse
4. Pédiatrie Orthopédique, Université de Médecine, Nancy, France

Mots clefs : Marche digitigrade idiopathique, analys du mouvement, traitement, chirurgie, conservateur

Introduction :

La marche digitigrade idiopathique est un diagnostic d'exclusion après un bilan neurologique ou orthopédique normal [1]. Les traitements les plus courants sont soit chirurgicaux (allongement du triceps) soit conservateurs (physiothérapie, attelle ou injection de toxine botulique) [2]. Le but cette étude étaient de : a) évaluer les paramètres de marche dans deux groupes (chirurgical et conservateur) ; b) comparer ces paramètres en fonction du traitement pour les patients présentant une dorsiflexion passive de la cheville similaire au départ ; c) évaluer la récupération de la marche chez les patients par rapport aux enfants asymptomatiques.

Méthode :

Vingt-neuf patients ayant eu 2 Analyses Quantifiées de la Marche (AQM avant et après traitement) et 22 sujets asymptomatiques ont été inclus. La dorsiflexion passive de cheville a été évaluée. Plusieurs paramètres cinématiques et cinétiques ont été mesurés tel que : présence du premier pivot, ratio des pics de moment de cheville, la puissance de cheville. Les patients ont été répartis en deux groupes: chirurgie et conservateur. Des t-Test appariés et non appariés ont été réalisés pour observer les différences entre les deux AQM, entre les groupes de traitement et avec les sujets asymptomatiques.

Résultats :

Seize patients ont bénéficié d'une chirurgie (âge moyen 8.6 (1.9) ans, temps de suivi 2.1 (1.8) ans) et 13 d'un traitement conservateur (âge moyen 6.5 (1.9) ans, temps de suivi 3.0 (1.6) ans). Seul le groupe chirurgie a eu une amélioration significative de la dorsiflexion passive de cheville (0.5° (10.8) vs. 10.3° (5.1) genoux tendus et 8.0° (8.5) vs. 16.9° (5.8) genoux fléchis). Les 2 groupes ont amélioré significativement leurs paramètres de marche. Dix patients de chaque groupe étaient similaires en termes de dorsiflexion passive de chevilles à la première AQM. La dorsiflexion passive ((11.8° (4.8) vs. 5.5 ° (4.8)) genoux tendus) et la puissance de cheville (3.6 W/kg (1.0) vs. 2.8 W/kg (0.7)) étaient significativement plus grandes pour le groupe chirurgie à la seconde AQM. Tous les paramètres étaient significativement plus faibles comparés aux valeurs des sujets asymptomatiques.

Discussion :

Cette étude montre que les paramètres de marche s'améliorent avec et sans traitement chirurgical mais ne retrouvent de valeurs normales.

SOFA09 : Phénotypage de patients bénéficiant d'une prothèse totale de genou à l'aide d'analyse quantifiée de la marche du corps entier

Type de soumission souhaité : Communication orale

Auteurs :

Xavier Gasparutto (1), Alice Bonnefoy-Mazure (2), Michael Attias (3), Katia Turcot (4), Hermès Miozzari (5), Stéphane Armand (6)

1. Laboratoire de Cinésiologie, Hôpitaux Universitaires de Genève, Université de Genève, Genève, France
2. Laboratoire de Cinésiologie, Hôpitaux Universitaires de Genève, Université de Genève, Genève, Suisse
3. Haute école de santé, Haute école spécialisée de Suisse occidentale, Genève, Suisse
4. Département de kinésiologie, Université de Laval, Québec, Canada
5. Service de chirurgie orthopédique et traumatologie de l'appareil moteur, Hôpitaux Universitaires de Genève, Genève, Suisse
6. Laboratoire de Cinésiologie, Hôpitaux Universitaires de Genève, Université de Genève, Genève, Suisse

Introduction :

L'identification du phénotype fonctionnel de patients bénéficiant d'une prothèse totale du genou (PTG) permet de mieux cibler la prise en charge du patient avant et après chirurgie. Des phénotypes basés sur la cinématique du corps entier pourraient aider la compréhension des altérations et compensations typiques durant la marche de cette population. Le but de cette étude est d'identifier des phénotypes de patients avec PTG en se basant sur la cinématique du membre inférieur, du pelvis et du thorax pendant la marche avant chirurgie et de caractériser l'évolution clinique un an après chirurgie.

Méthode :

Cette étude inclut 79 patients avec gonarthrose primaire et programmés pour une PTG (moyenne [SD]: 69.5 [7.4] ans, 1.64 [0.1]m, 81.0 [14.9]kg). Les patients ont réalisé deux visites: avant et un an après la chirurgie. Chaque visite incluait une analyse quantifiée de la marche et plusieurs questionnaires (WOMAC, SF12, douleur, satisfaction après un an). De plus, une radiographie en longs axes des membres inférieurs a été effectuée avant chirurgie. La méthode K-means a été utilisée pour identifier les groupes en se basant sur les courbes moyennes de cinématique du membre inférieur, du bassin et du thorax durant la marche. Le critère silhouette a permis de déterminer le nombre optimal de groupes. Les différences entre groupes ont été déterminées par la méthode "Statistical Parametric Mapping" pour la cinématique et par une ANOVA avec tests post-hoc (t-test pour variables continues, Chi-square pour proportions) pour les différences cliniques.

Résultats :

Trois groupes ont été obtenus. Les principales différences cinématiques portaient sur l'alignement du genou dans le plan frontal avec un groupe en varus (50%, vitesse de marche plus haute), un en valgus (80% femme) et un avec alignement neutre (>90% femme, marche typique de personnes âgées). L'ANOVA a montré un effet entre les groupes pour le genre, la vitesse de marche pre/post-chirurgie et l'axe anatomique pré-chirurgie.

Conclusion :

Trois principaux phénotypes basés sur la cinématique de la marche ont été identifiés. Deux semblent liés à des causes mécaniques dues à un alignement pathologique du genou et un semble lié à l'âge et au sexe.

SOFA10 : Effet de la stimulation électrique chronique du système vestibulaire sur les caractéristiques de la marche chez une patiente atteinte de vestibulopathie bilatérale sévère.

Type de soumission souhaité : Communication orale

Auteurs :

Gautier Grouvel (1), Anissa Boutabla (2), Julie Corre (2), Maurizio Ranieri (2), Samuel Cavuscens (2), Nils Guinand (2), Stéphane Armand (3), Angelica Perez-Fornos (2)

1. Service d'otorhinolaryngologie et chirurgie cervico-faciale - Laboratoire de Cinésiologie, Université de Genève et Hôpitaux Universitaires de Genève, Genève, Suisse
2. Service d'otorhinolaryngologie et chirurgie cervico-faciale, Université de Genève et Hôpitaux Universitaires de Genève, Genève, Suisse
3. Laboratoire de Cinésiologie, Université de Genève et Hôpitaux Universitaires de Genève, Genève, Suisse

Mots clefs : vestibulopathie bilatérale, marche, système vestibulaire

Introduction :

Le système vestibulaire (SV) est un organe fondamental pour le contrôle de la posture, l'équilibre dynamique et aussi pour la stabilisation du regard pendant les mouvements de tête. La perte bilatérale et sévère de la fonction vestibulaire altère considérablement la qualité de vie des patients, souffrant notamment de perte d'équilibre et oscillopsies (vision floue durant les mouvements de tête). Depuis quelques années, le concept d'implant vestibulaire permettant de restaurer cette fonction est investigué. Ce dispositif mesure les mouvements de la tête et les transforme en stimulations électriques envoyées directement au SV. Cette étude préliminaire vise à étudier l'impact sur la marche d'une stimulation chronique du SV chez une patiente implantée et atteinte de troubles bilatéraux et sévères.

Méthode :

Une patiente a participé à cette étude (73 ans, 1,57m, 56kg). Des enregistrements de la marche à vitesse confortable, lente et rapide ont été réalisés avec un système de capture du mouvement (Oqus7+, Qualisys). Pendant les mesures, la patiente portait un prototype d'implant vestibulaire (MED-EL). Les mesures ont été faites avec l'implant vestibulaire désactivé (début et fin) et activé (quatre sessions) pendant une semaine d'activation continue. Durant cette période l'implant délivrait une stimulation électrique, modulée par les mouvements de tête, au canal semi-circulaire postérieur.

Résultats :

Les paramètres spatio-temporels de la marche aux différentes vitesses ont été analysés. On observe peu de variation dans les vitesses de marche et dans la largeur du pas. Cependant pendant la semaine d'activation, nous observons une augmentation de la capacité de la patiente à marcher rapidement (jour 1: 1,4m/s ; jour 5: 1,9m/s). Une augmentation significative de la vitesse de marche confortable est aussi observable le premier jour entre la condition sans (1,1m/s) et avec (1,2m/s) implant.

Discussion :

Les résultats et le ressenti positif de la patiente suggèrent un bénéfice de l'implant vestibulaire pour améliorer la marche. Un potentiel effet d'apprentissage pendant la semaine pourrait expliquer la capacité de la patiente à marcher plus rapidement même l'implant désactivé.

Conclusion :

Ces résultats doivent être confirmés chez d'autres patients. D'autant plus que des tâches plus discriminatives (marche avec base d'appui étroite) ont été réalisées et les performances de la patiente étaient nettement améliorées.

SOFA11 : Evaluation des propriétés articulaires passives des enfants avec paralysie cérébrale : raideur et rétraction

Type de soumission souhaité : Communication orale

Auteurs :

Axel Koussou (1), Raphaël Dumas (2), Eric Desailly (1)

1. Pôle Recherche & Innovation, Fondation Ellen Poidatz, Saint-Fargeau-Ponthierry, France
2. Laboratoire de Biomécanique et Mécanique des Chocs, Université Gustave Eiffel, Lyon, France

Mots clefs : Paralysie cérébrale, raideur passive, rétraction musculo-tendineuse, dynamométrie

Introduction :

Les enfants avec paralysie cérébrale (PC) peuvent présenter une hyper-résistance à l'étirement provenant d'une altération des propriétés passives du complexe musculo-articulaire. En conséquence, les patients développent des rétractions musculo-tendineuses (amplitude angulaire maximale amoindries) mais aussi une augmentation de leur raideur passive (augmentation de la résistance à l'étirement). Bien que distincts, ces deux phénomènes sont souvent confondus dans la littérature [1]. Cette étude visait alors à évaluer la part de chacun de ces deux phénomènes dans l'hyper-résistance globale d'enfants PC.

Méthode :

29 enfants (12TD, 17PC) ont fait l'objet d'une série d'étirements passifs unilatéraux de la cheville réalisés, avec un dynamomètre manuel 3D, à vitesse lente sous deux positions différentes; genou fléchi (P1) et genou tendu (P2), avec enregistrement simultané de la cinématique articulaire (θ) et des moments passifs (MP) résistifs et contrôle de l'inactivité musculaire par EMG. Les relations angle-moments passifs ont ensuite été identifiées par des exponentielles, $[MP,SI]=f(\theta)$ où SI représente l'indice de raideur [2]. L'angle maximal d'étirement, θ_{max} , ainsi que SI ont été déterminés pour chaque sujet.

Résultats :

Les enfants avec PC présentaient des maximums d'amplitude réduits et des raideurs passives augmentées dans les deux positions (PC: $\theta_{max}=3.3^\circ$ $[-0.3^\circ - 8.8^\circ]$, $SI=0.13^\circ-1$ $[0.10^\circ-1 - 0.16^\circ-1]$; TD: $\theta_{max}=21.4^\circ$ $[18.7^\circ - 24.8^\circ]$, $SI=0.08^\circ-1$ $[0.06^\circ-1 - 0.10^\circ-1]$ en position P1). La plupart des patients (13/17 en position P1) présentaient une diminution d'amplitude articulaire maximale couplée à une raideur excessive, les autres montraient uniquement une diminution d'amplitude articulaire (4/17 en position P1) . Aucun patient ne présentait uniquement une augmentation de raideur.

Discussion :

La méthode proposée permet, dans le contexte de l'hyper-résistance passive à l'étirement, la distinction entre la perte d'amplitude articulaire et l'augmentation de la raideur passive. Si l'ensemble des enfants avec PC semblent présenter une perte d'amplitude articulaire, tous ne montrent pas une augmentation de raideur. L'analyse des effets des traitements sur ces paramètres est une des perspectives de ce travail pour, à terme, améliorer le ciblage des indications thérapeutiques.

SOFA12 : Quantification dynamique du réflexe spastique

Type de soumission souhaité : Communication orale

Auteurs :

Axel Koussou (1), Raphaël Dumas (2), Eric Desailly (1)

1. Pôle Recherche & Innovation, Fondation Ellen Poidatz, Saint-Fargeau-Ponthierry, France
2. Laboratoire de Biomécanique et Mécanique des Chocs, Université Gustave Eiffel, Lyon, France

Mots clefs : Paralysie cérébrale, spasticité, moment, dynamométrie

Introduction :

Dans le cas d'une hyper-réflexie vitesse-dépendante du réflexe d'étirement, la résistance mesurée à l'issue d'étirements rapides résulte, à la fois, du comportement viscoélastique et de la contribution spastique résultant exclusivement du réflexe [1]. Nous avons développé une méthodologie expérimentale et des modèles permettant de quantifier la part neurale et non-neurale lors de ces étirements rapides. Cette étude visait alors à quantifier dynamiquement l'hyper-résistance neurale d'enfants avec paralysie cérébrale (PC) et asymptomatiques (TD).

Méthode :

43 enfants (17TD, 26PC) ont fait l'objet d'une série d'étirements passifs unilatéraux de la cheville réalisés, avec un dynamomètre manuel 3D, à vitesse lente et rapide sous deux positions différentes; genou fléchi (P1) et genou tendu (P2). La cinématique articulaire, les moments passifs résistifs et l'activité EMG de muscles du membre inférieur étaient simultanément enregistrés. Pour chaque sujet, la présence ou l'absence d'un réflexe a été confirmée à partir des données EMG. En cas de réflexe, l'angle de catch, θ_C , (angle auquel la dérivée seconde du moment passif est maximale) et la vitesse maximale d'étirement (V_{max}) ont été déterminés. Un modèle viscoélastique, préalablement validé [2], a été identifié à partir des données des étirements à vitesse lente et celles des étirements à vitesse rapide, précédant le catch. Le moment réflexe, M_{Ref} a été calculé par la différence entre le moment du modèle viscoélastique, M_{mod} , et le moment total mesuré, M_{tot} : $M_{Ref} = 1/N \sum (\theta = \theta_C + 1) \wedge (\theta_{max}) \sqrt{(M_{tot} - M_{mod})^2}$

Résultats :

22 enfants PC et 10 TD ont présenté un réflexe. De manière générale, une variabilité inter-sujets importante sur les valeurs de θ_C , V_{max} et de M_{Ref} est relevée. De plus, en moyenne, les enfants avec PC présentaient de plus faibles valeurs de θ_C , de V_{max} et de M_{Ref} à celles des enfants TD (PC: $\theta_C = -10.9 \pm 11.7^\circ$, $V_{max} = 317.4 \pm 117.3^\circ/s$, $M_{Ref} = 0.044 \pm 0.032 \text{ Nm/kg}$; TD: $\theta_C = -4.6 \pm 3.2^\circ$, $V_{max} = 425.3 \pm 56.1^\circ/s$, $M_{Ref} = 0.115 \pm 0.046 \text{ Nm/kg}$ en position P1).

Discussion :

La méthode proposée permet une évaluation dynamique du réflexe spastique, en quantifiant le moment résultant uniquement du réflexe. Les valeurs de M_{Ref} déterminées pour les enfants avec PC sont en accord avec la littérature [3-6]. Les différences entre enfants TD et PC, également retrouvées dans la littérature [6], sont à confirmer en incluant plus de sujets.

**SOFA13 : Paramètres spatio-temporels de la stabilité posturale et de la marche chez les personnes lombalgiques chroniques :
étude observationnelle transversale comparative**

Type de soumission souhaité : Communication orale

Auteurs :

Jean-Luc Nephthali (1), Josette Bertheau (2), Maryvonne Hocquart (2), Christelle Nguyen (3), Francois Rannou (3), Marie-Martine Lefèvre-Colau (3), Alexandra Roren (4)

1. Service de Rééducation et Réadaptation de l'Appareil Locomoteur et des Pathologies du Rachis , Université Paris Cité, Paris, France
2. Service de Rééducation et Réadaptation de l'Appareil Locomoteur et des Pathologies du Rachis , Hôpital Cochin, Paris, France
3. Faculté de santé, UFR de médecine, Université Paris Cité, Paris, France
4. Département des sciences de la rééducation et de la réadaptation, Université Paris Cité, Paris, France

Mots clefs : lombalgie, paramètres spatio-temporels, stabilité, marche

Introduction :

La lombalgie commune est un symptôme fréquent. Dans sa forme chronique, la lombalgie est à l'origine d'une limitation des activités de la vie quotidienne dont la marche. Le contrôle de la posture érigée est un prérequis à l'accomplissement de ces activités. Peu de travaux ont évalué les paramètres spatio-temporels de la stabilité posturale et de la marche chez les personnes lombalgiques chroniques.

Méthode :

Etude observationnelle transversale comparative monocentrique rétrospective incluant 118 personnes lombalgiques chroniques [79 femmes (70%), âge : 49,4 (16,5) ans; IMC : 25,8 (5,2) kg.m⁻², durée d'évolution de la lombalgie : 5,7 (5,5) ans, EVA (0-10) : 4,8 (2,5)] et 78 participants asymptomatiques [46 femmes (59%), âge : 37,6 (14,2) ans; IMC : 23,0 (3,7) kg.m⁻²]. Les mesures de stabilité posturale (30s yeux ouverts puis fermés) et de marche (2X10m sur terrain plat) ont été réalisées avec le dispositif Abilycare comprenant une plateforme de stabilométrie et 4 capteurs inertiels Xsens. Nous avons réalisé 10 comparaisons de moyennes entre deux groupes indépendants et des modélisations par régression linéaire multiple incluant la douleur comme variable explicative, ($p < 0.05$, considéré comme significatif).

Résultats :

Après ajustement sur l'âge, le sexe et l'IMC, la vitesse [0,95 (0,4) VS 0,75 (0,12) s, $p < 0,001$] et la surface [1,39 (1,4) VS 0,58 (0,36) mm², $p < 0,001$] de déplacement du centre de pression, et la durée du pas [0,58 (0,06) VS 0,54 (0,05) s, $p < 0,001$] et le temps de double appui [0,26 (0,04) VS 0,24 (0,04) s, $p = 0,001$) sont augmentés chez les personnes lombalgiques chroniques. L'intensité de la douleur n'est pas associée à ces modifications ($p > 0,08$).

Discussion :

Les personnes lombalgiques chroniques ont une moins bonne stabilité posturale et marchent plus lentement que les personnes asymptomatiques. Ces résultats sont en accord avec la littérature existante. La douleur n'explique pas la diminution de la stabilité posturale et de la vitesse de marche. Nous manquons d'information sur les différences minimales cliniquement pertinentes.

Conclusion :

De futures études devront prendre en compte d'autres facteurs susceptibles d'avoir une influence sur les paramètres spatio-temporels de la stabilité posturale et de la marche chez la personne lombalgique chronique (ancienneté des symptômes, niveau d'activité physique, force et endurance musculaire, souplesse lombo-pelvienne, kinésiophobie).

SOFA14 : Fiabilité et validité d'un nouveau dispositif d'évaluation des paramètres spatio-temporels de la stabilité posturale et de la marche chez des participants lombalgiques chroniques

Type de soumission souhaité : Communication orale

Auteurs :

Thomas Fortier (1), Josette Bertheau (1), Marie-Martine Lefèvre-Colau (2), Alexandra Roren (3)

1. Service de Rééducation et Réadaptation de l'Appareil Locomoteur et des Pathologies du Rachis , Hôpital Cochin, Paris, France
2. Faculté de santé, UFR de médecine, Université Paris Cité, Paris, France
3. Département des sciences de la rééducation et de la réadaptation, Université Paris Cité, Paris, France

Mots clefs : Fiabilité, validité, sensibilité au changement, paramètres spatio-temporels, lombalgie chronique

Introduction :

Les objectifs de cette étude étaient d'évaluer la fiabilité [intra-session (répétabilité) et inter-sessions (reproductibilité intra et inter-évaluateurs)], la validité et la sensibilité au changement d'un nouveau dispositif (Abilycare) comprenant une plateforme de posturographie et 4 capteurs inertiels, chez des participants lombalgiques chroniques participant à des programmes de rééducation supervisée à l'hôpital.

Méthode :

Etude monocentrique, prospective. Pour évaluer la fiabilité et de la validité, nous avons comparé les paramètres spatio-temporels (ST) de la stabilité posturale et de la marche issus du dispositif Abilycare, à ceux issus de dispositifs gold-standards [plateforme de stabilométrie PostureWin Sabots (Technoconcept) et tapis de marche GaitRite], nous avons utilisé le coefficient de corrélation intra-classe ICC (2,1) et les graphiques de Bland et Altman. Pour évaluer la sensibilité au changement du dispositif Abilycare (en fin de prise en charge supervisée), nous avons utilisé le t-test de Student et le d de Cohen.

Résultats :

Entre février et mai 2022, nous avons inclus 32 participants lombalgiques chroniques [22 femmes (69%), 51,5 (13,1) ans, ancienneté de la lombalgie 11,7 (12,6) ans, intensité de la douleur lombaire 41,4 (23,5)/100]. La fiabilité des paramètres ST de la stabilité posturale et de la marche était modérée à excellente [(0,68 < ICC < 0,95 et 0,71 < ICC < 0,95, respectivement)], sauf pour la symétrie de marche (ICC < 0,45). La validité du dispositif Abilycare était modérée à bonne (0,63 < ICC < 0,81) pour la stabilité posturale, et faible à forte (0,18 < ICC < 0,88) pour la marche. Les graphiques de Bland et Altman étaient en faveur d'une bonne concordance des données. La vitesse moyenne de marche et la durée moyenne du pas étaient les 2 paramètres sensibles au changement [(p < 0,01), d-Cohen ≤ 0,41].

Discussion :

La moins bonne reproductibilité de la symétrie de marche reflète la difficulté des capteurs inertiels à estimer précisément le décolllement du pied. La validité de la vitesse de marche était limitée par les différences de protocoles entre les 2 dispositifs.

Conclusion :

Les résultats de notre étude sont en faveur d'une utilisation de dispositif Abilycare à des fins cliniques ou de recherche en prenant en compte les limites pré-citées.

SOFA15 : Influence de contraintes sensorimotrices sur les mécanismes de maintien de la posture debout chez l'humain sain et lombalgique

Type de soumission souhaité : Communication orale

Auteurs :

Jules Plard (1), Romain Tisserand (2), Maxime Billot (3), Rémi Cabirol (4), Romain David (4), Laetitia Fradet (2), Thomas Robert (5)

1. CeRCA, Université de Poitiers, Poitiers, France
2. Institut PPrime, Université de Poitiers, Poitiers, France
3. PRISMATICS, CHU Poitiers, Poitiers, France
4. Service MPR, CHU Poitiers, Poitiers, France
5. Université Gustave Eiffel, Université de Lyon, Lyon, France

Mots clefs : Equilibre, posture, lombalgie

Introduction :

L'équilibre postural est maintenu grâce à deux mécanismes : le déplacement du centre des pressions dans la base de support (M1) ; et la modification du moment cinétique par la rotation des segments (M2) [1]. Pour l'étude de la posture, M1 est la méthodologie de référence alors que M2 est largement négligée. Pourtant, la contribution de M2 augmente lorsque la surface de la base de support diminue [1]. L'objectif était de quantifier la proportion de chacun de ces mécanismes lors de tâches posturales avec différentes contraintes sensorimotrices, chez des participants sains et lombalgiques.

Méthode :

40 participants jeunes (22 ± 6 ans), 12 participants lombalgiques (44 ± 16 ans) et 12 participants sains appariés en âge au groupe lombalgique (46 ± 14 ans) ont maintenu 3 postures (bipodale, tandem et unipodale), les yeux ouverts et les yeux fermés, sur une plateforme de force, pendant 60s. La proportion des deux mécanismes expliquant l'accélération globale du centre de gravité a été estimée pour chaque condition [1] : $100\% = \%M1 + \%M2$.

Résultats :

Dans tous les groupes, le %M2 augmentait à mesure que la surface de la base de support se réduisait (bipodal < tandem < unipodal) et que les yeux étaient fermés par rapport aux yeux ouverts, avec des valeurs moyennes supérieures à 65% pour la posture unipodale les yeux fermés. Comparativement aux jeunes, des %M2 moins élevés ont été retrouvés dans les deux autres groupes, sans différence significative entre ces derniers.

Discussion :

La contribution de M2 est non-négligeable dans des postures comme le tandem ou l'unipodal, couramment utilisées pour évaluer l'équilibre en routine clinique. Ceci suggère qu'étudier uniquement la trajectoire du centre des pressions (M1) pourrait mener à omettre une part importante des mécanismes de contrôle de ces postures. Si l'augmentation en âge semble indiquer la réduction de la mobilisation de M2 chez les humains, la grande variabilité d'âge des participants n'a pas permis de déterminer si la lombalgie impacte la contribution de ces deux mécanismes posturaux.

Conclusion :

L'étude du moment cinétique (M2) est complémentaire à l'analyse du centre des pressions (M1) pour les postures à fortes contraintes sensorimotrices.

SOFA16 : La double tâche en condition de fatigue pour mieux détecter la fragilité chez les personnes âgées à travers l'analyse des paramètres spatio-temporels de la marche.

Type de soumission souhaité : Communication orale

Auteurs :

Elodie Piche (1), Frederic CHORIN (2), Raphael Zory (3), Olivier Guerin (4), Pauline Gerus (5)

1. Ph.D student, LAMHESS, NICE, France
2. Dr, Clinique gériatrique du Cerveau et du Mouvement, Nice, France
3. Pr, Institut universitaire de France, Nice, France
4. Pr, Clinique gériatrique du Cerveau et du Mouvement, Nice, France
5. MCF, LAMHESS, Nice, France

Mots clefs : Double tâche, fragilité, biomécanique de la marche, fatigue mentale et musculaire

Introduction :

Un grand intérêt clinique est porté sur la double tâche (DT) et ses capacités à évaluer la fragilité ou certains déclin cognitifs. Peu d'études ont évalués la capacité de la DT en condition de fatigue à repérer la fragilité alors que ces personnes sont connues pour adopter des stratégies de marche différentes des personnes âgées saines pour contrer l'effet de la fatigue. Cette étude vise donc à comparer l'efficacité de la DT avant et après une tâche de fatigue mentale et musculaire à détecter la fragilité.

Méthode :

9 paramètres spatio-temporels de la marche (vitesse de marche, longueur de pas, variabilité du pas, phase d'appuie et phase oscillante, temps de simple et double appuie, cadence, variabilité de la vitesse) ont été mesuré en simple (ST) et double tâche (DT) avant et après fatigue et le dual-task effect a été calculé ($DTE = ((DT-ST)/ST) * 100$). Ces DTE ont été inclus dans une analyse factorielle discriminante (AFD) qui a quantifié la capacité de la DT avant et après une tâche de fatigue mentale et musculaire à repérer la fragilité chez 39 participants âgés (78.4 ± 5.5 ans, 164.7 ± 9.5 cm, 70.4 ± 12.6 kgs) dont 19 âgés fragiles définis selon les critères de Fried.

Résultats :

L'AFD a correctement reconnu et classifié les 39 participants âgés par rapport à leur niveau de fragilité (ROC >0.9 pour chacun des modèles). Après la fatigue mentale, la détection des personnes âgées fragiles augmente de 76.92% à 85.71% avec une légère amélioration de l'efficacité du modèle après fatigue mentale (ROC=0.952 et ROC = 0.962 respectivement en pré et post-fatigue). Après la fatigue musculaire, le modèle n'est pas plus efficace qu'avant la fatigue (ROC=0.981 et ROC=0.948 respectivement en pré et post-fatigue).

Discussion :

La détection de la fragilité n'est pas forcément meilleure en condition de fatigue. Ces résultats sont à nuancer en tenant compte des protocoles de fatigue qui n'ont peut-être pas induit le même niveau de fatigue chez les participants.

Conclusion :

Le diagnostic précoce de la fragilité est d'importance clinique pour améliorer la prise en charge de ces patients âgés et maintenir leur autonomie. La DT montre de très bons résultats sur la reconnaissance des patients âgés fragiles.