



## Neurologie

ABSTRACT N° JFK25-619

## Prédicteurs cliniques de la vitesse de marche dans l'hémiplégie chronique : une approche par équations structurelles

Clara Michallet<sup>1</sup>, Tymoathée Poitou<sup>1</sup>, Etienne Audureau<sup>2</sup>, Caroline Gault-Colas<sup>1</sup>, Jean-Michel Gracies<sup>1</sup>, Marjolaine Baude<sup>1</sup>, Maud Pradines<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Groupe Hospitalier Universitaire Henri Mondor,

<sup>2</sup> Université Paris Est Créteil, Créteil, France

**Introduction :** Une réduction invalidante de la vitesse de marche (VM) est observée chez la plupart des patients atteints d'hémiplégie chronique. Une compréhension approfondie du rôle spécifique de chaque caractéristique physiopathologique (myopathie spastique, spasticité, altérations de la commande motrice) des muscles antagonistes clés du membre inférieur parétique et de leur impact sur la VM, facilitera l'identification de marqueurs prioritaires au cours de l'examen clinique en vue d'une rééducation ciblée et pertinente.

**Matériel et méthodes :** La vitesse maximale de marche pieds nus sur 10 mètres (AT10) a été évaluée par un même clinicien, qui a ensuite mesuré trois types de résistance contre six muscles antagonistes clés des membres inférieurs (grand fessier, ischio-jambiers, vastes, droit fémoral, soléaire et gastrocnémiens) : i) angle d'arrêt lors d'un mouvement passif lent et fort, mesurant l'extensibilité clinique maximale (XV1), ii) angle d'arrêt lors d'un mouvement passif rapide, mesurant le niveau de spasticité (XV3), iii) angle d'arrêt d'un mouvement actif maximal, mesurant la capacité maximale du muscle agoniste à lutter contre les résistances antagonistes (XA). Des équations structurelles ont été utilisées pour modéliser les relations directes et indirectes entre la vitesse de marche et les divers facteurs cliniques.

**Résultats :** 70 patients hémiplégiques chroniques ont été inclus (47 hommes, 51±16 ans). L'analyse de plusieurs modèles a montré une meilleure identification des déterminants de la VM lorsqu'ils étaient classés selon les caractéristiques physiopathologiques plutôt que par groupes musculaires (toutes caractéristiques confondues). L'estimation clinique la plus fortement associée à la VM était XA ( $\beta_{std} = 0.69$ ,  $p < 0.001$ ), elle-même dépendante de XV1 ( $\beta_{std} = 0.68$ ,  $p < 0.001$ ). Lorsqu'on considère les muscles individuellement, la VM était principalement associée au XA mesuré contre les vastes ( $\beta_{std-XA-VA} = 0.8$ ,  $p < 0.001$ ) et le droit fémoral ( $\beta_{std-XA-RF} = 0.76$ ,  $p < 0.001$ ), tandis que l'extensibilité de ces muscles déterminait principalement le XV1 ( $\beta_{std-XV1-VA} = 0.85$ ,  $p < 0.001$ ;  $\beta_{std-XV1-RF} = 0.73$ ,  $p < 0.001$ ).

**Discussion / conclusion :** Chez les patients atteints d'hémiplégie chronique, la VM est déterminée par les résistances antagonistes actives et passives, en particulier celles des extenseurs du genou, évaluées par la mesure de l'amplitude active maximale, intrinsèquement liée à leur extensibilité clinique.

**Références :** 1. Ghédira M, Pradines M, Mardale V, Gracies JM, Bayle N, Hutin E. Quantified clinical measures linked to ambulation speed in hemiparesis. *Topics in Stroke Rehabilitation*. 2022;29(6):411-22.  
2. Pradines M, Ghédira M, Bignami B, Vielotte J, Bayle N, Marciniak C, et al. Do Muscle Changes Contribute to the Neurological Disorder in Spastic Paresis? *Front Neurol*. 2022;13:817229.  
3. Akazawa N, Harada K, Okawa N, Kishi M, Tamura K, Moriyama H. Changes in Quadriceps Thickness and Echo Intensity in Chronic Stroke Survivors: A 3-Year Longitudinal Study. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2021;30(3):105543.  
4. Ma C, Chen N, Mao Y, Huang D, Song R and Li L (2017) Alterations of Muscle Activation Pattern in Stroke Survivors during Obstacle Crossing. *Front. Neurol*. 8:70.  
5. Mansiaux Y, Salez N, Lapidus N, et al. *J Epidemiol Community Health* 2015;69:272–277.

**Conflits d'intérêts :** Pas de conflit déclaré

**Mots clefs :** faiblesse, hémiplégie chronique, modèle structurel, raccourcissement, vitesse de marche

## Augmentation du risque de déclin fonctionnel lié à un AVC : une analyse cas-témoins dans une cohorte en population générale âgée

Noémie Duclos<sup>\*1,2</sup>, Sylvie Nadeau<sup>3,4</sup>, Catherine Helmer<sup>1</sup>, Luc Letenneur<sup>1</sup>, Thibault Mura<sup>5</sup>, Eric Sorita<sup>1,2</sup>, Karine Pérès<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INSERM, BPH, U1219,

<sup>2</sup>Collège Sciences de la Santé, IUSR, Université de Bordeaux, Bordeaux, France,

<sup>3</sup>IURDPM, Centre de Recherche Interdisciplinaire en Réadaptation,

<sup>4</sup>Ecole de réadaptation, Université de Montréal, Montréal, Canada,

<sup>5</sup>INSERM, Institut des Neurosciences de Montpellier, Université de Montpellier, Montpellier, France

**Introduction :** L'accident vasculaire cérébral (AVC) est un enjeu de santé, notamment à cause des limitations qu'il entraîne dans les activités de la vie quotidienne (ADL). Ces limitations sont principalement décrites grâce au suivi de patients hospitalisés, dont en services de soins de suite et réadaptation, mais d'autres parcours de soins sont possibles avec des trajectoires fonctionnelles différentes [1]. Pour répondre à ces limites, notre objectif était d'évaluer l'impact de l'AVC sur le déclin fonctionnel des personnes après un AVC, par rapport à ce qu'elles réalisaient avant leur AVC, et à des personnes du même âge n'ayant pas eu d'AVC, à l'aide d'une étude cas-témoins nichée dans une cohorte en population générale âgée.

**Matériel et méthodes :** Au sein de la cohorte 3C (the-three-city-study-3c.com), les cas ont été identifiés, i.e., les participants ayant rapporté un AVC entre deux visites (espacées de 2-3 ans). Pour chaque cas, trois témoins appariés (âge, genre, dépendance aux ADL instrumentales (IADL) avant l'AVC), n'ayant pas rapporté d'AVC, ont constitué le groupe de comparaison. L'évaluation fonctionnelle incluait la mobilité (échelle de Rosow), les IADL (Lawton) et les ADL de base (Katz). Elle a été comparée entre les cas et les témoins, aux visites pré et post-AVC (ou équivalentes). Le risque de déclin fonctionnel a aussi été calculé (odd ratio).

**Résultats :** L'analyse a inclus 297 cas et 862 témoins, d'âge moyen 79 ans (ET=6). A la visite pré-AVC, les cas rapportaient plus souvent que les témoins des difficultés pour les gros travaux domestiques (68.5% vs. 61.6%, respectivement,  $p<0.05$ ). A la visite post-AVC, les dépendances des deux groupes étaient augmentées, mais l'ampleur du déclin était bien plus marquée chez les cas (mobilité : 81% des cas étaient dépendants vs 67% des témoins, IADL : 42% vs 28%, ADL de base : 17% vs 6%, respectivement). Les cas étaient aussi plus nombreux à être dépendants pour plusieurs IADL et ADL. L'AVC augmentait le risque de devenir dépendant de 2,6 pour les IADL et 5,2 ADL de base.

**Discussion / conclusion :** Au sein d'un échantillon représentatif de la population générale, on observe que le déclin fonctionnel après un AVC est majeur par rapport aux effets de l'âge et des pathologies associées. Il touche les trois domaines d'activité évalués, qui requièrent des niveaux différents de fonctions physiques et cognitives. Une limite de l'étude est l'absence d'évaluation fonctionnelle objective. Nos résultats témoignent de la nécessité de poursuivre les efforts de prévention primaire et secondaire.

**Références :** [1] Broussy-Boudeau S. Parcours post-AVC, mesure des séquelles post-AVC et lien entre parcours et séquelles à un an: enjeux conceptuels et méthodologiques, résultats d'une cohorte rétrospective, perspectives de recherche [thèse en ligne]. [Bordeaux] : Université de Bordeaux ; 2019. Disponible sur: <https://theses.hal.science/tel-02900289>

**Conflits d'intérêts :** Pas de conflit déclaré

**Mots clés :** Accident vasculaire cérébral, Activités de la vie quotidienne, Etude de cohorte, Statut fonctionnel, Vieillessement

## Déterminants de l'efficacité biomécanique à la marche des personnes hémiparétiques chroniques après un Accident Vasculaire Cérébral.

Maxence Blard\*<sup>1,2</sup>, Fabien DUBOIS<sup>1,2</sup>, Nicolas ROCHE<sup>1,2</sup>, Céline BONNYAUD<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>92380, Laboratoire d'analyse du mouvement, Service des explorations fonctionnelles, Hôpital Raymond Poincaré, G.H.U Paris Saclay, APHP, Garches,

<sup>2</sup>78000, Unité de recherche ERPHAN, UVSQ, Université Paris-Saclay, Versailles, France

**Introduction :** L'efficacité de la marche (biomécanique et cardiorespiratoire) est diminuée chez les personnes hémiparétiques, entraînant une limitation de leurs déplacements (1,2). Alors que la vitesse de marche et l'asymétrie spatiale ont été identifiées comme déterminants de l'efficacité cardiorespiratoire, ceux de l'efficacité biomécanique (mesurée par la restitution d'énergie) restent inconnus (3,4).

L'objectif de cette étude était donc d'identifier les déterminants biomécaniques de la restitution d'énergie à la marche des personnes hémiparétiques après un accident vasculaire cérébral en comparaison des participants sains.

**Matériel et méthodes :** Une étude rétrospective a été réalisée sur données d'analyses quantifiées de la marche, à vitesse spontanée, de participants hémiparétiques chroniques et de participants sains, évalués entre 2020 et 2024. La vitesse, la longueur et la largeur du pas, les pourcentages de phase du cycle de marche ainsi que les positions médiolatérale et antéropostérieure du centre de masse extrapolé (XCOM) à l'attaque du pas et pendant la phase de simple appui ont été analysés. Les déterminants de la restitution d'énergie ont été identifiés parmi ces paramètres par des régressions linéaires multiples de type stepwise chez les deux populations.

**Résultats :** Les données de 45 participants (24 participants hémiparétiques et 21 participants sains) ont été analysées. La position antérieure du XCOM lors de la phase de simple appui non parétique, suivie de la position médiolatérale du XCOM lors de la phase de simple appui parétique et enfin la largeur du pas étaient les déterminants de la restitution d'énergie et expliquaient 92 % de la variance ( $p < 0,001$ ) chez les participants hémiparétiques. Le pourcentage de double appui initial, seul déterminant de la restitution d'énergie, expliquait 52 % de sa variance ( $p < 0,001$ ) chez les participants sains.

**Discussion / conclusion :** Cette étude permet d'enrichir les connaissances sur l'efficacité biomécanique de la marche des personnes hémiparétiques. Par ailleurs elle s'inscrit dans le cadre des recommandations rééducatives, orientant les prises en charge selon les preuves (5). Ces résultats suggèrent des guidages spécifiques lors de la rééducation à la marche : un guidage antérieur lors de l'appui du côté non parétique et un guidage latéral lors de l'appui du côté parétique. Cette étude ouvre également de nouvelles perspectives de recherches interventionnelles sur ces tâches orientées.

**Références :** 1. Detrembleur C, Dierick F, Stoquart G, Chantraine F, Lejeune T. Energy cost, mechanical work, and efficiency of hemiparetic walking. *Gait & Posture*. 1 oct 2003;18(2):47-55.

2. Peyré-Tartaruga LA, Dewolf AH, di Prampero PE, Fábrega G, Malatesta D, Minetti AE, et al. Mechanical work as a (key) determinant of energy cost in human locomotion: recent findings and future directions. *Experimental Physiology*. 2021;106(9):1897-908.

3. Awad LN, Palmer JA, Pohlig RT, Binder-Macleod SA, Reisman DS. Walking speed and step length asymmetry modify the energy cost of walking after stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. juin 2015;29(5):416-23.
4. Fábrega G, Jerez-Mayorga D, Silva-Pereyra V. Pendular energy transduction in the different phases of gait cycle in post-stroke subjects. *Human Movement Science*. 1 août 2019;66:521-8.
5. Scurlock-Evans L, Upton P, Upton D. Evidence-Based Practice in physiotherapy: a systematic review of barriers, enablers and interventions. *Physiotherapy*. 1 sept 2014;100(3):208-19.

**Conflits d'intérêts :** Pas de conflit déclaré

**Mots clefs :** Accident vasculaire cérébral, Biomécanique, Efficacité, Marche, Rééducation

## Quels critères d'évaluation sensibles au changement pour le suivi de la motricité de patients atteints de la maladie de Pompe. Un projet soutenu par la SFP 2023

Théo Maulet<sup>1,2</sup>, Céline Bonnyaud<sup>\*1,2</sup>, Fabien Dubois<sup>1,2</sup>, Nicolas Roche<sup>1,3</sup>, Nawal Derridj-Ait Younes<sup>4</sup>, Helge Amthor<sup>3,5</sup>, Thomas Cattagni<sup>6</sup>, Pascal Laforet<sup>3,7</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire du mouvement, Service explorations fonctionnelles, APHP, GHU Paris Saclay, Hopital Raymond Poincaré, Garches,

<sup>2</sup>Unité de recherche ERPHAN,

<sup>3</sup>Laboratoire Endicap, Inserm 1179, Université Paris Saclay, UVSQ, Versailles,

<sup>4</sup>Unité de recherche clinique, APHP, GHU Paris Saclay, Boulogne Billancourt,

<sup>5</sup> Centre Neuromusculaire, Enfant, Neurologie et Department ICU, APHP, GHU Paris Saclay, Hopital Raymond Poincaré, Garches,

<sup>6</sup> Laboratoire Mouvement - Interactions - Performance, MIP, UR 4334, Université Nantes, Nantes,

<sup>7</sup> Service de neurologie adulte, APHP, GHU Paris Saclay, Hopital Raymond Poincaré, Garches, France

**Introduction :** Les adultes atteints de la maladie de Pompe (aLOPD) présentent des altérations progressives de la force musculaire, de la marche et du contrôle postural (1). À ce jour, les connaissances de ces dégradations restent limitées du fait de l'utilisation d'évaluations trop peu sensibles<sup>2</sup>. Analyser l'évolution de ces critères avec des évaluations de références permettrait de quantifier le déclin et d'identifier des biomarqueurs sensibles au changement, à cibler particulièrement en évaluation, nécessaires à la rééducation et à l'évaluation des futures thérapeutiques (2). Cette étude vise à étudier l'évolution sur 2 ans de la force musculaire et des fonctions locomotrices et posturales d'aLOPD comparativement à une population témoin et à établir les seuils de changement minimum cliniquement pertinent (MCID).

**Matériel et méthodes :** Dans cette étude observationnelle longitudinale, 20 aLOPD et 20 sujets contrôles ont réalisé 2 visites sur 2 ans. La force musculaire des membres inférieurs (dynamomètre isocinétique), la marche (analyse quantifiée 3D) et la stabilité et l'orientation posturale en position debout immobile (2 plateformes de force) ont été évaluées. Après des comparaisons intergroupes des dégradations, les MCID des biomarqueurs identifiés ont été calculés par méthode de distribution (1/3 et 1/2 SD) (3).

**Résultats :** On retrouve des dégradations sévères sur les extenseurs et abducteurs de hanches, sur la vitesse et le pourcentage de simple appui (%SSP) à la marche et sur la vitesse du COP chez les aLOPD comparativement aux contrôles ( $p < 0.05$ , taille effet 0.39-0.64). Les MCID sont compris entre 0.27 et 0.92 N.m/kg/m<sup>2</sup> pour les extenseurs hanche, entre 0,29 et 0,71 N.m/kg/m<sup>2</sup> pour les abducteurs de hanche, entre 0,11 et 0,17 m/s pour la vitesse de marche, entre 2,4 et 3,6 % pour le %SSP et entre 2 et 3 mm/s pour la vitesse du COP.

**Discussion / conclusion :** Cette étude nous permet d'identifier la force des muscles de hanche (surtout les extenseurs et abducteurs), la vitesse et le %SSP à la marche et la vitesse du COP lors de la station debout immobile comme des paramètres cliniques particulièrement sensibles au changement chez les aLOPD. Les MCID seront essentiels pour évaluer l'impact de la rééducation dans cette maladie dégénérative et celui des nouvelles thérapies prometteuses (4).

**Conclusion :** L'identification de paramètres caractéristiques des dégradations motrices sensibles au changement et l'établissement de MCID vont permettre de mieux cibler et prioriser les évaluations et cibles à rééduquer.

**Références :** 1.

2008;372(9646):1342-53.

Van Der Ploeg, Reuser AJJ. Pompe's disease. Lancet. 11 oct

2.

Function Characteristics of Adults With Late-Onset Pompe Disease: A Systematic Scoping Review. Neurology. 3 janv 2023;100(1):e72-83.

Maulet T, Bonnyaud C, Weill C, Laforêt P, Cattagni T. Motor

3.

Difference: Scientific Considerations, Challenges and Solutions. COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. 2005 Mar;2(1):57-62. doi: 10.1081/copd-200053374.

Sloan JA. Assessing the Minimally Clinically Significant

4.

comprendre. Avancées de la recherche. Juin 2021

AFM Téléthon. Avancées dans la maladie de Pompe. Savoir et

**Conflits d'intérêts :** Pas de conflit déclaré

**Mots clefs :** dégradations, maladie de Pompe, motricité, sensibilité au changement



## Modèle du test du 10 mètres (10mWT) : Prédiction du test de marche de 6 minutes (6MWT) dans la maladie de Pompe

Audrey EL KAIM<sup>1,2</sup>, Frédéric FER<sup>1</sup>, Jean-Yves HOGREL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 75013, Institut de Myologie,

<sup>2</sup> 75013, APHP La Pitié-Salpêtrière, Paris, France

**Introduction :** Le test de marche de 6 minutes (6MWT) est largement utilisé pour évaluer la capacité fonctionnelle des patients atteints de la maladie de Pompe, une pathologie rare impactant les fonctions musculaires et respiratoires (1,2). Toutefois, en raison de l'effort qu'il nécessite, ce test peut ne pas être adapté à tous les patients. Cette étude rétrospective explore des modèles prédictifs, basés sur des tests plus courts tels que le test de marche de 10 mètres (10mWT), afin de proposer des alternatives cliniquement pertinentes et moins éprouvantes.

**Matériel et méthodes :** Les données de 74 patients atteints de la maladie de Pompe, recueillies sur 712 visites complètes, ont été analysées rétrospectivement. Les variables cliniques et anthropométriques incluaient le test de marche de 6 minutes (6MWT), le test de marche de 10 mètres (10mWT), la mesure de la fonction motrice (MFM-32), la contraction isométrique volontaire maximale (MVIC), le temps mis pour se lever (CST), ainsi que des explorations fonctionnelles respiratoires.

Des analyses de corrélation et des régressions multiples ont été réalisées pour identifier les variables associées au 6MWT et proposer des équations prédictives basées sur un jeu d'entraînement (un tiers des données) et validées sur deux tiers des données restantes.

**Résultats :** Trois modèles prédictifs ont été retenus :

1. Modèle à un paramètre : utilise uniquement la vitesse au 10mWT, fortement corrélée à la vitesse du 6MWT ( $\rho = 0.91$ ,  $R^2 = 0.83$ ).
2. Modèle à cinq paramètres : inclut des variables anthropométriques (âge, sexe, taille, poids), augmentant la précision prédictive ( $R^2 = 0.86$ ).
3. Modèle à huit paramètres : un modèle complet intégrant des mesures fonctionnelles supplémentaires, avec une corrélation encore plus forte ( $R^2 = 0.89$ ).

Le modèle à huit paramètres a montré une précision prédictive élevée avec un pourcentage d'erreur de 11.09 % sur le jeu de test.

**Discussion / conclusion :** Ces résultats suggèrent que des modèles simplifiés, comme celui basé uniquement sur la vitesse du 10mWT, pourraient être déployés dans des contextes cliniques où le 6MWT s'avère trop fatigant pour les patients, ou lorsque les ressources disponibles ne permettent pas de réaliser le 6MWT. En pratique, l'adoption de ces modèles permettrait de suivre de manière fiable l'évolution de la capacité fonctionnelle des patients atteints de maladies neuromusculaires tout en minimisant la contrainte physique, ce qui est crucial dans une maladie comme la maladie de Pompe où la fatigue musculaire joue un rôle central.

**Références :** (1) Tard C, Bayot M, Davion JB, Danjoux L, Thomas R, Perez T, Mallart A, Fry S, Moreau C, Nguyen S, Defebvre L, Delval A. Factors impacting performance on the 6-minute walk test by people with late-onset Pompe disease. *Muscle Nerve*. 2022 Jun;65(6):693-697. doi: 10.1002/mus.27543. Epub 2022 Apr 13. PMID: 35362614.

(2) Schoser B, Stewart A, Kanters S, Hamed A, Jansen J, Chan K, Karamouzian M, Toscano A. Survival and long-term outcomes in late-onset Pompe disease following alglucosidase alfa treatment: a systematic review and meta-analysis. *J Neurol*. 2017 Apr;264(4):621-630. doi: 10.1007/s00415-016-8219-8. Epub 2016 Jul 2. PMID: 27372449.

**Conflits d'intérêts :** Pas de conflit déclaré

**Mots clefs :** Maladie de Pompe, Modélisation prédictive, Test de marche de 10 mètres (10mWT), Test de marche de 6 minutes (6MWT)