

Peut-on traiter un enfant Paralysé Cérébral sans AQM ?

PR BRUNO DOHIN

Université Jean Monnet, Saint Etienne, France.

*MD, PhD, UJM-Saint-Étienne, Inter-university laboratory of human movement biology,
EA 7424, 42023 Saint-Étienne, France.*

Introduction

La question de l'utilisation d'une Analyse Quantifiée de la Marche (AQM) chez l'enfant Paralysé Cérébral (EPC) peut paraître incongrue en 2022 tant cet outil est passé peu à peu dans le vocabulaire quotidien des médecins qui ont la charge d'EPC. Elle est cependant pertinente en raison de la disponibilité encore relativement réduite des laboratoires, de la nécessité d'une interprétation technique de cet examen et d'une réflexion multidisciplinaire pour sa traduction en termes de préconisations thérapeutiques.

Une précision non inutile est que cet examen s'adresse à des enfants marchants. Ceci sous-entend qu'ils soient capables de marcher 10 à 12 m de manière répétée, au mieux sans aide technique susceptible de perturber l'enregistrement, tout en respectant une trajectoire plus ou moins linéaire qui les conduit à marcher de manière unipodale sur les plateformes de force placés sur le parcours. Certes l'on peut se passer des données cinétiques, mais cela rapproche alors l'examen d'autres dispositifs plus simples tels que la vidéo normalisée ou l'EMG-vidéo.

Ces conditions restreignent donc d'emblée l'utilisation de ce dispositif, constitué au moins d'un système optoélectronique de captation des mouvements du patient (caméras infra rouge, marqueurs cutanés passifs ou actifs), de plateformes de forces encastrées dans la piste de marche, d'un EMG embarqué (portatif) filaire ou Wifi et d'un logiciel informatique permettant la reconnaissance et l'analyse des trajectoires, le recueil des informations de forces et le calcul des moments articulaires et des puissances articulaires dans le système mécanique, et enfin la réception du signal EMG.

Il est important de souligner que cette exploration de la marche n'est qu'un examen complémentaire. En aucun cas, en l'état actuel des connaissances, les résultats seuls de l'AQM ne peuvent aboutir à des préconisations thérapeutiques. Les données restituées doivent être soumises à l'interprétation des cliniciens en charge de l'enfant, corrélées aux données de l'examen clinique, à l'histoire et aux antécédents du patient. La règle est l'élaboration d'un projet thérapeutique, consigné dans un rapport et soumis aux résultats de tests pré-thérapeutiques ou à l'évaluation post-thérapeutique.

Population concernée

Des études ont permis de démontrer que cet outil est utilisable dès le plus jeune âge [1]. Tous les EPC qui répondent positivement aux contraintes imposées par l'examen sont donc susceptibles d'accéder à cette exploration complémentaire. Les conditions d'exploration : avec ou sans appareillage ou aide technique, dépendent de la question posée, des capacités du patients et des possibilités techniques d'obtenir des données interprétables (en effet certaines aides techniques obstruent la vision des marqueurs par les caméras réceptrices entraînant la perte de données spatiales, cependant la multiplication des caméras améliore les conditions et diminue cet effet de masque des aides techniques – i.e. cannes, cadre de marche).

En théorie, tous les EPC marchant sont donc potentiellement candidats à l'AQM. La question est donc :

Que peut-on attendre de cet examen ?

Données restituées

Cet examen apporte une vision différente que celle de la marche connue du clinicien. Elle décompose le mouvement visualisé en plusieurs données quantifiables, plus objectives. Le mouvement est transformé en : amplitude articulaire, en vitesse de mouvement, en bras de levier, en forces musculaires ou cinétiques appliquées ou restituées, en puissance développée ou en freinage et en activations musculaires.

Comment lire cet examen ?

En dehors des données spatio-temporelles que sont cadence, vitesse de marche, longueurs du pas et du cycle, les premières données facilement accessibles et interprétables sont les données cinématiques. Elles pourraient se substituer à la vidéo, mais en fait elles viennent les compléter. Notre œil clinicien a besoin de la visualisation de la marche du patient, car c'est une vision globale qui englobe la fonction des membres inférieurs, comme celle des mouvements des membres supérieurs et du tronc. L'AQM vient ensuite préciser la réalité géométrique des mouvements observés : leur placement dans l'espace dont le référentiel est tridimensionnel, le déroulement du mouvement et les amplitudes. Ces données représentent en elles-mêmes des informations essentielles.

Les secondes sont les données cinétiques, c'est-à-dire les informations concernant les forces en jeu dans le système mécanique que représentent les membres inférieurs. Elles se divisent successivement en 2 types d'informations, importantes dans leur interprétation en clinique : ce sont d'abord les moments de force. En pratique clinique ils correspondent aux groupes musculaires en action. Cela répond à la question : qui travaille à cet instant du cycle de marche ? la réponse à cette question doit être comparée au mouvement effectif de l'articulation concernée. Si le moment est fléchisseur alors que le mouvement est en flexion sur l'articulation, c'est donc que le groupe des muscles fléchisseurs est actif pour entraîner l'articulation en flexion : il génère de la force. Si le moment est fléchisseur alors que le mouvement est en extension sur l'articulation, c'est donc que le groupe des muscles fléchisseurs résiste à l'étirement et à l'extension de l'articulation : il absorbe de la force. Viennent ensuite les données de puissance. Elles donnent 2 informations : la première est la traduction de ce que nous venons de décrire. Un muscle qui tend à entraîner un mouvement dans le sens de son raccourcissement est donc producteur d'énergie : il génère une force. Inversement le même muscle qui travaille dans le sens inverse du mouvement effectif (fléchisseur contre une extension), lutte contre le mouvement et freine le mouvement diminuant l'énergie de ce dernier : il absorbe de l'énergie. La seconde information est le niveau de puissance restitué par l'articulation. Cette puissance est-elle du niveau de la normale ou pas ? On peut remarquer qu'au cours du cycle de marche, l'énergie introduite dans la marche pour conserver le déplacement et entretenir la marche se positionne à la hanche en début de phase d'appui (extenseurs de hanche, principalement grand fessier et ischio-jambiers) et en début de phase oscillante (fléchisseurs de hanche et en particulier rectus femoris) et à la cheville en fin de phase d'appui (fléchisseurs plantaires de cheville : triceps sural principalement). Ces informations sont importantes pour avoir une idée de l'efficacité du système mécanique des membres inférieurs.

Ces informations sont essentielles à la vérification des 5 critères établis par Gage pour une marche normale [2, 3].

- Stabilité à l'appui
- Passage du pas à la phase oscillante sans accrochage du pied
- Pré positionnement du pied en fin de phase oscillante pour une attaque du pas par le talon
- Longueur du pas suffisante (Extension de genou à l'appui)
- Conservation de l'énergie à la marche

Analyse des données

l'analyse des données requiert des compétences pour comprendre ce que représentent les données. Néanmoins c'est la confrontation des données cliniques et des données de l'AQM qui est pertinente. C'est pourquoi cette phase nécessite la confrontation des cliniciens qui connaissent le patient et des ingénieurs qui savent transmettre ce que signifient les données recueillies [4]. De ce fait, un examen conduit dans un laboratoire ne connaissant pas le patient ne peut donner que des résultats « bruts » et une interprétation des désordres mécaniques constatés mais en aucun cas une indication thérapeutique. Le prérequis est une bonne connaissance des paramètres de la marche humaine normale. C'est la différence entre la normale attendue et le résultat constaté qui mettra en évidence les anomalies présentées par le patient.

L'équipe locale, aidée d'une équipe de référence, participera à la confrontation des résultats cliniques et AQM [5]. C'est de cette confrontation qu'une éventuelle indication opératoire émergera. Ceci est aisément réalisable aujourd'hui à l'aide de visioconférences sous la forme de RCP (réunion de concertation pluridisciplinaire).

Le détail de l'interprétation ne peut pas être détaillé ici, mais l'AQM va pouvoir identifier avec une forte probabilité et sous réserve d'une confrontation aux données cliniques : les limitations articulaires : déficit d'amplitude (cinématique) , l'activation musculaire : activations musculaires au cours du cycle de marche (EMG, moments de forces) et ses conséquences sur le mouvement (sens de déplacement – cinématique), les insuffisances de force (diminution de puissance) et les actions de bras de levier [1]. Nous ne pouvons être exhaustif ce d'autant que chaque donnée AQM doit être confrontée à la clinique pour être confirmée ou pas. Toutes les données doivent être également confrontées aux modifications observées sur les autres articulations. Une fois cette analyse des défauts observés faite, alors vient le temps de la réflexion thérapeutique : quelle solution technique proposer (geste chirurgical ou traitement médical), quelle faisabilité de cette hypothèse et quels risques fonctionnels ou généraux sont encourus par le patient.

Pour avoir une vision rapide de la situation des patient certains auteurs ont élaboré des agrégats pondérés de données AQM pour proposer un indice global de l'état mécanique de la marche des patients. L'exemple le plus connu est le GDI [6].

Décision thérapeutique

L'arsenal thérapeutique est bien connu des praticiens et les propositions pourront aller d'une seule action thérapeutique à plusieurs, associées ou combinées entre elles. Cependant chaque patient doit bénéficier d'une analyse spécifique des troubles et d'une proposition thérapeutique adaptée à sa situation générale.

L'AQM ne permet donc pas de fournir une recette thérapeutique.

Cela étant établi quelles sont les situations où ce processus complexe mérite d'être proposé ?

L'AQM n'est pas un examen de routine qui pourrait servir à surveiller simplement les patients. Une simple vidéo et un bilan clinique standardisé sont amplement suffisants pour le suivi longitudinal d'un patient, sous réserve que l'on soit attentif aux signes de dégradation fonctionnelle à l'examen clinique. Les évaluations cliniques standardisées sont très utiles à cet effet [7-10]. Elles mettent en évidence les pertes ou la stagnation de fonctionnalités et incitent alors à aller plus loin dans les investigations. La surveillance des appareillages ou du résultat d'un traitement d'entretien par rééducation ou par toxine peut être faite par vidéo [10], tapis de marche ou à l'aide d'échelles fonctionnelles. Il faut penser à utiliser l'index de consommation d'énergie (IDE) qui est un bon témoin de la dégradation fonctionnelle d'un patient s'il est confronté à ses performances en termes de paramètres spatio-temporaux et d'échelle fonctionnelle [8].

C'est en présence d'une dégradation fonctionnelle qui interroge sur la réorientation thérapeutique ou bien lorsque la question d'un geste chirurgical, quel qu'il soit, se pose que l'AQM devient indispensable. Celle-ci va permettre de préciser exactement la cause de l'altération fonctionnelle, elle va permettre de préciser au mieux l'action thérapeutique à mettre en œuvre et va constituer le référentiel indispensable à une évaluation objective du résultat de l'action thérapeutique réalisée ensuite.

Quelles preuves de l'apport de l'AQM dans la décision thérapeutique chez l'EPC ?

L'exigence de l'exploration par AQM chez l'EPC a évidemment posé la question de la pertinence de cette exploration et de la communication entre ingénieurs et cliniciens [4]. Des études analysant le nombre de modifications induites par l'AQM sur le programme thérapeutique ont montré l'influence des données apportées par cet examen tout en soulignant l'intérêt de la confrontation à la connaissance clinique des patients [5, 11, 12, 13]. Dans ces études, une modification du programme sous l'influence des données de l'AQM a été constatée dans 52% à 89% des dossiers, soit en ajoutant une ou plusieurs actions thérapeutiques

préconisées à partir de l'AQM, soit en renonçant à une ou plusieurs actions programmées initialement sur la clinique. Plus récemment ce sont des études randomisées de l'impact de l'AQM non seulement sur la décision mais sur le résultat qui ont montré la part significative des données de l'AQM dans la décision thérapeutique et dans le résultat [14, 15]. Il est aussi intéressant de noter que l'analyse des troubles et celle de leurs modifications après traitements ont permis une meilleure compréhension de leur physiopathologie et l'affinement des procédures thérapeutiques proposées depuis la pratique courante des AQM [16].

En conclusion

Si l'AQM n'est pas un outil indispensable pour le suivi des EPC, c'est cependant une exploration riche d'informations qui influence significativement la décision et les résultats lorsque qu'une action thérapeutique significative doit être réalisée. Le caractère irréversible du geste chirurgical qui engage inévitablement le pronostic fonctionnel de l'EPC, impose d'autant plus l'utilisation de cet examen et sa confrontation aux données cliniques au sein d'une équipe multidisciplinaire et au mieux d'une RCP.

Références:

- [1] Samson W, Dohin B, Desroches G, Chaverot JL, Dumas R, Cheze L. Foot mechanics during the first six years of independent walking. *J Biomech* 2011;44(7):1321-7.
- [2] Gage JR. The clinical use of kinetics for evaluation of pathologic gait in cerebral palsy. *Instr Course Lect* 1995;44:507-15.
- [3] Ounpuu S, Gage JR, Davis RB. Three-dimensional lower extremity joint kinetics in normal pediatric gait. *J Pediatr Orthop* 1991;11(3):341-9.
- [4] Simon SR. Quantification of human motion: gait analysis-benefits and limitations to its application to clinical problems. *J Biomech* 2004;37(12):1869-80.
- [5] Kay RM, Dennis S, Rethlefsen S, Reynolds RA, Skaggs DL, Tolo VT. The effect of preoperative gait analysis on orthopaedic decision making. *Clin Orthop Relat Res* 2000(372):217-22.
- [6] Schwartz MH, Rozumalski A. The Gait Deviation Index: a new comprehensive index of gait pathology. *Gait Posture* 2008;28(3):351-7.
- [7] Alotaibi M, Long T, Kennedy E, Bavishi S. The efficacy of GMFM-88 and GMFM-66 to detect changes in gross motor function in children with cerebral palsy (CP): a literature review. *Disabil Rehabil* 2014;36(8):617-27.

[8] Cristol C BC. Evaluation fonctionnelle de la marche par l'index de dépense énergétique. valeurs de références chez l'enfant. *Ann Readapt Med Phys* 1998;41:429-33.

[9] Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1997;39(4):214-23.

[10] Viehweger E, Zurcher Pfund L, Helix M, Rohon MA, Jacquemier M, Scavarda D, et al. Influence of clinical and gait analysis experience on reliability of observational gait analysis (Edinburgh Gait Score Reliability). *Ann Phys Rehabil Med* 2010;53(9):535-46.

[11] Kay RM, Dennis S, Rethlefsen S, Skaggs DL, Tolo VT. Impact of postoperative gait analysis on orthopaedic care. *Clin Orthop Relat Res* 2000(374):259-64.

[12] Lofterod B, Terjesen T, Skaaret I, Huse AB, Jahnsen R. Preoperative gait analysis has a substantial effect on orthopedic decision making in children with cerebral palsy: comparison between clinical evaluation and gait analysis in 60 patients. *Acta Orthop* 2007;78(1):74-80.

[13] DeLuca PA, Davis RB, 3rd, Ounpuu S, Rose S, Sirkin R. Alterations in surgical decision making in patients with cerebral palsy based on three-dimensional gait analysis. *J Pediatr Orthop* 1997;17(5):608-14.

[14] Wren TA, Otsuka NY, Bowen RE, Scaduto AA, Chan LS, Dennis SW, et al. Outcomes of lower extremity orthopedic surgery in ambulatory children with cerebral palsy with and without gait analysis: results of a randomized controlled trial. *Gait Posture* 2013;38(2):236-41.

[15] Wren TA, Otsuka NY, Bowen RE, Scaduto AA, Chan LS, Sheng M, et al. Influence of gait analysis on decision-making for lower extremity orthopaedic surgery: Baseline data from a randomized controlled trial. *Gait Posture* 2011;34(3):364-9.

[16] Sees JP, Truong WH, Novacheck TF, Miller F, Georgiadis AG. What's New in the Orthopaedic Treatment of Ambulatory Children With Cerebral Palsy Using Gait Analysis. *J Pediatr Orthop* 2020;40(6):e498-e503.

DOI : 10.34814/sofop-2022-013