

MINISTÈRE DE LA SANTÉ

REGION GRAND EST

INSTITUT LORRAIN DE FORMATION DE MASSO-KINÉSITHÉRAPIE DE NANCY

ÉLABORATION ET MISE EN PRATIQUE
D'UN PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL DE
RÉÉDUCATION CIBLÉ SUR LES
SEGMENTS AXIAUX EN VUE DE
L'AMÉLIORATION DU CONTRÔLE
POSTURAL DES ENFANTS ATTEINTS DE
PARALYSIE CÉRÉBRALE GMFCS I ET II

Mémoire présenté par Nadir Amine FENEK

Etudiant en 3^{ème} année de masso-

kinésithérapie, en vue de l'obtention du

Diplôme d'Etat de Masseur-Kinésithérapeute

2014-2017.

SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCTION | 1 |
| 2. MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE | 2 |
| 3. LE SYSTEME DU CONTRÔLE POSTURAL | 3 |
| 3.1. Composantes du contrôle postural | 3 |
| 3.2. Les stratégies d'équilibre | 4 |
| 4. PARALYSIE CÉRÉBRALE ET CONTRÔLE POSTURAL..... | 5 |
| 4.1. Généralités sur la paralysie cérébrale..... | 5 |
| 4.1.1. Définition :..... | 5 |
| 4.1.2. Etiologie, prévalence et facteurs de risque : | 6 |
| 4.1.3. Classification de la paralysie cérébrale :..... | 6 |
| 4.2. Contribution des segments axiaux dans le contrôle postural chez les enfants atteints de paralysie cérébrale :..... | 7 |
| 4.3. Différentes approches thérapeutiques sur le contrôle postural chez les enfants atteints de PC..... | 11 |
| 4.3.1. Hippothérapie..... | 11 |
| 4.3.2. Les Simulateurs : | 12 |
| 4.3.3. Tâches motrices globales :..... | 14 |
| 5. MATERIEL ET MÉTHODE | 14 |
| 5.1. Population : | 14 |
| 5.1.1. Critères d'inclusion :..... | 14 |
| 5.1.2. Critères de non inclusion : | 14 |
| 5.2. Matériel | 15 |

| | | |
|--------|----------------------------|----|
| 5.2.1. | Outil d'intervention : | 15 |
| 5.2.2. | Outils de mesure | 16 |
| 5.3. | Déroulement protocolaire : | 19 |
| 5.4. | Analyse des données : | 22 |
| 5.5. | Analyse statistique | 23 |
| 6. | RÉSULTATS | 23 |
| 6.1. | TCMS : | 23 |
| 6.2. | EVGS et 6MWT: | 23 |
| 7. | DISCUSSION | 24 |
| 8. | CONCLUSION | 30 |

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

Liste exhaustive des abréviations

PC : Paralyse Cérébrale

DT : Développement Typique

GMFCS : Gross Motor Function Classification System

TCMS : Trunk Control Measurement Scale

EVGS : Edinburgh Visual Gait Scale

PEDI : Pediatric Evaluation of disability Inventory

SATCo : Segmental Assessment Trunk Control

GMFM : Gross Motor Function Measurement

6MWT : 6 Minute Walking test (Test De Marche de 6 Minutes)

ROM : Range Of Motion (amplitude du mouvement)

TIS : Trunk Impairment Scale

APA : Ajustements Posturaux Anticipés

RESUME

Le contrôle postural des enfants atteints de paralysie cérébrale représente l'une des plus importantes dysfonctions dont souffre cette population. Cette dysfonction est intimement liée à celle des segments axiaux. La nécessité de cibler les segments axiaux chez cette population permettrait d'améliorer le contrôle postural en position assise ainsi que les paramètres qualitatifs et quantitatifs de la marche.

Objectif : Elaboration et application d'un protocole expérimental de rééducation ciblant les segments axiaux dans le but d'améliorer le contrôle postural des enfants atteints de paralysie cérébrale GMFCS I et II

Méthode : Un enfant atteint d'une paralysie cérébrale spastique GMFCS II a été recruté pour une rééducation, ciblant les segments axiaux, effectuée sur un cheval sauteur gonflable à raison de 2 séances par semaine pendant 8 semaines. La mesure du contrôle postural en position assise a été effectuée grâce au Trunk Control Measurement Scale (TCMS). L'Edinburgh Visual Gait Scale (EVGS) en association avec un logiciel d'analyse vidéo Kinovea® ainsi que le test de marche de 6 minutes (6MWT), ont permis l'évaluation des paramètres qualitatifs et quantitatifs de la marche.

Résultats : Amélioration du contrôle postural en position assise avec une augmentation de 25,18 % du score global du TCMS en post protocole. Amélioration du score de l'EVGS de 18/34 en pré protocole à 11/34 en post protocole. Augmentation du périmètre de marche et de la vitesse de marche au 6MWT.

Conclusion : Une rééducation ciblant les segments axiaux améliore le contrôle postural en position assise et les paramètres qualitatifs et quantitatifs de la marche chez un enfant atteint d'une paralysie cérébrale spastique GMFCS II.

Mots clés : contrôle postural, équilibre, hippothérapie, paralysie cérébrale, tronc.

Key words : postural control, balance, hippotherapy, cerebral palsy, trunk.

1. INTRODUCTION

Le 24 Novembre 1859, Charles Darwin publiait « l'origine des espèces », un livre qui le rendra célèbre et qui suscitera critiques et controverse. Dans ce livre, Darwin avance la théorie selon laquelle tout être vivant est amené à s'adapter et à évoluer dans son environnement occasionnant, de ce fait, une sélection naturelle des êtres les plus aptes à faire partie des générations à venir.

Pour l'être humain, l'évolution passe par le développement de sa posture avec nécessité de s'adapter et de survivre aux changements de son environnement. Lors de cette évolution, l'homme est passé d'une quasi quadrupédie à une position bipède lui permettant d'interagir avec le monde extérieur pour répondre à son hostilité. Cette adaptation de la position de l'homme aux différentes perturbations externes et internes l'a incité à adopter des postures lui permettant d'y faire face.

Transposons cette notion de l'évolution de l'homme à celle du développement du nouveau-né. Nous remarquons, alors, qu'entre la naissance et le début de la locomotion celui-ci passe d'une quadrupédie à une position bipède, elle aussi, assujetti aux mêmes perturbations que celles observées lors de l'évolution de l'espèce. Cela voudrait dire que lors des toutes premières années de vie, l'enfant se doit de mettre en place des stratégies d'adaptation que l'être humain a mis des millions d'années à acquérir. Ces stratégies d'adaptation nécessitent une coordination des différents segments anatomiques les uns par rapport aux autres mais aussi par rapport à l'environnement, en adoptant un contrôle postural adéquat dont les segments axiaux sont la clé de voûte (1–6).

La paralysie cérébrale désigne un groupe de troubles permanents du développement du mouvement et de la posture (7) se traduisant, notamment, par une dysfonction du contrôle postural, tant en situation statique que dynamique, rendant difficile la capacité à faire face aux perturbations, aussi bien, intrinsèques qu'extrinsèques en position assise et lors de la marche. Cette dysfonction du contrôle postural est considérée comme la principale cause d'invalidité chez les enfants atteints de paralysie cérébrale (PC). Comme chez les enfants à développement typique (DT), les segments axiaux jouent un rôle crucial lors de ce contrôle postural (8–15). Il nous ait apparu, alors, nécessaire de faire un focus sur cette participation

des segments axiaux lors du contrôle postural chez les enfants atteints de PC et de souligner l'intérêt de mettre en place un protocole expérimental avec l'hypothèse qu'un programme d'intervention ciblant les segments axiaux améliore le contrôle postural statique et dynamique en position assise et lors de la marche chez les enfants atteints de paralysie cérébrale. Cette hypothèse a orienté nos recherches bibliographiques en matière d'approches thérapeutiques mises en place chez ce type de population afin d'améliorer le contrôle postural. L'intervention la plus rapportée dans la littérature est l'hippothérapie (16). Cette dernière, bien qu'ayant montré ses bénéfices sur le contrôle postural chez les enfants atteints de PC (16–21), reste difficile à une application clinique car peu accessible et onéreuse. Ceci nous a amené à la réflexion de l'utilisation d'un outil à la fois ludique et peu onéreux et regroupant, le plus possible, les caractéristiques d'un vrai cheval sur lequel des exercices de tâches orientées seront proposés. De là est nait notre deuxième hypothèse : l'amélioration du contrôle postural des segments axiaux en position assise améliore les paramètres qualitatifs et quantitatifs de la marche.

Toute cette démarche nous a conduit à notre question de recherche : un protocole expérimental ciblé sur les segments axiaux utilisant un outil ludique alliant les caractéristiques de l'hippothérapie, combiné à des exercices de tâches motrices globales, pourrait-il améliorer le contrôle postural, statique et dynamique, en position assise et lors de la marche, chez les enfants atteints de paralysie cérébrale spastique GMFCS I et II ?

2. MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

Nous avons décidé de restreindre la documentation utilisée pour notre travail exclusivement aux articles anglophones. Les banques de données Pubmed (Medline), Cochrane library, Pedro, Google scholar, Science direct ont été consultées en utilisant les mots clés : « cerebral palsy », « postural control », « balance », « trunk », « trunk intervention », « rehabilitation », « hippotherapy », « tools », « gait », « analysis ». Cette liste de mots clés n'est pas exhaustive. Nos résultats de recherche nous ont amené à utiliser des articles datant de plus de 5 ans et s'avérant être des références sur le sujet traité et d'une pertinence nécessaire à la compréhension de notre travail.

3. LE SYSTEME DU CONTRÔLE POSTURAL

3.1. Composantes du contrôle postural

Le contrôle postural est défini comme la capacité de contrôler la position du corps dans l'espace dans un but d'orientation et de stabilité (15,16,22). Il comporte, deux composantes considérées comme ses deux principales fonctions (2,5,15,16,23).

La première composante est la stabilité posturale ou l'équilibre postural, consistant en l'habilité à contrôler (maintenir ou regagner) le centre de masse corporelle dans la base d'appui (zone du corps qui est en contact avec la surface d'appui) (15,23). Cet équilibre postural nécessite une coordination des différents mouvements et des stratégies d'équilibre pour stabiliser le centre de masse lors des mouvements auto initiés et lors des perturbations externes. MASSION attribue, ainsi, à l'équilibre postural une fonction antigravitaire permettant de construire une posture afin de résister aux forces gravitaires et aux forces de réactions du sol (2,5).

La deuxième composante est l'orientation posturale permettant de maintenir une relation entre les différents segments corporels les uns par rapport aux autres mais aussi une relation entre le corps et l'environnement permettant, ainsi, une interaction avec le monde extérieur (1,2,15). HORAK a expliqué que cette orientation posturale implique un alignement actif du tronc et de la tête par rapport à la gravité, les surfaces d'appui, l'environnement visuel et les références internes (23). MASSION l'avait mis en exergue, avant lui, en attribuant 4 composantes aux fonctions du contrôle postural (2,5), à savoir :

- Les valeurs de référence en rapport avec l'orientation posturale qui nous renvoie au concept d'une représentation interne du corps appelée, aussi, schéma corporel ;
- Les différentes entrées sensorielles (visuelles, vestibulaires, proprioceptives, cutanées et graviceptives) qui contribuent à l'orientation et à la stabilité posturale ;
- Les ajustements posturaux réactionnels permettant de retrouver un équilibre et une stabilité après un mouvement volontaire ou lors de perturbations externes ;
- Les ajustements posturaux anticipatoires.

3.2. Les stratégies d'équilibre

La capacité à contrôler la position de notre corps dans l'espace est fondamentale à tout instant. Chaque tâche, qu'elle soit statique ou dynamique, a ses composantes d'orientation et ses composantes de stabilité qui varieront selon l'environnement et la tâche exécutée (15). Le contrôle postural à travers sa fonction d'équilibration permet d'interagir avec le monde extérieur. Or l'environnement dans lequel nous évoluons varie constamment, nous imposant une perpétuelle adaptation des stratégies posturales, et ce en réponse à ses modifications (6). Ce concept d'adaptation a amené à l'émergence de deux théories sur l'organisation de la posture :

La première théorie considère la posture comme étant contrôlée en un bloc. L'ensemble du corps se retrouverait, alors, oscillant autour de l'axe de l'articulation de la cheville donnant l'aspect d'un mouvement en pendule inversé (23,24).

La deuxième définit la posture comme la résultante de plusieurs modules superposés et indépendants, les uns par rapport aux autres, représentant les différents segments anatomiques du corps (tête, tronc et membres). Ces modules sont reliés les uns aux autres grâce à un ensemble de muscles contrôlés par le système neuromusculaire (1,2,5,25).

Les deux théories présentées, bien que divergentes, restent intimement liées et ont amené ASSAIANTE à établir les différentes stratégies d'équilibre que l'enfant ou l'adulte aura à mettre en place, aussi bien, dans une situation statique que dynamique (3). ASSAIANTE explique que ces stratégies d'équilibre se basent sur deux principes fonctionnels :

Le premier est le choix du cadre de référence sur lequel sera basé le contrôle de l'équilibre. Ce cadre de référence définira la stratégie d'équilibre utilisée, à savoir, ascendante ou descendante. Si le cadre de référence est la surface d'appui, le contrôle de l'équilibre s'organisera de façon ascendante allant des pieds à la tête. A l'inverse lorsque le cadre de référence est assigné au vecteur gravitaire, le contrôle s'organisera de façon descendante, allant de ce fait, de la tête aux pieds. Cependant, le cadre de référence peut être attribué à un segment anatomique et le contrôle pourra se faire, alors, aussi bien de façon ascendante que descendante. Le choix du segment à stabiliser dépendra des contraintes dynamiques résultant

de la difficulté de la tâche posturale ou motrice (3). On retrouvera alors des stratégies d'équilibre ascendantes lors de situations dynamiques telle que la locomotion (25). Ces mêmes auteurs supposent que le segment stabilisé constitue l'origine de l'organisation temporelle du contrôle de l'équilibre. Ce concept est des plus importants dans notre réflexion. Ainsi notre protocole expérimental proposera des exercices en position assise sans appui au sol, et ce dans l'optique de solliciter une stratégie d'équilibre descendante qui commencera par les segments axiaux.

Le deuxième principe se réfère au choix des degrés de liberté des différentes articulations du corps. La posture érigée est considérée comme la résultante d'un ensemble de modules superposés contrôlés de façon plus ou moins indépendante (1). Ces degrés de liberté définiront les stratégies dites « strap-down » et « stable-platform » introduites par Nashner en 1985 mais aussi appelées respectivement stratégies « en bloc » et « articulée » (25). La première se traduit par la réduction des degrés de liberté du corps pour un contrôle simultané de plusieurs modules (segments anatomiques). Pour la stratégie articulée, les degrés de liberté des différents segments anatomiques sont plus importants (les modules sont indépendants) et permettent, ainsi, un contrôle distinct et localisé à un seul ou plusieurs modules.

4. PARALYSIE CÉRÉBRALE ET CONTRÔLE POSTURAL

4.1. Généralités sur la paralysie cérébrale

4.1.1. Définition

La paralysie cérébrale (PC) ou communément appelée, en France, Infirmité Motrice Cérébrale (IMC) désigne un groupe de troubles permanents du développement du mouvement et de la posture responsable de limitations d'activités, imputables à des événements ou atteintes non progressives survenues sur un cerveau en développement du fœtus ou du nourrisson. Les troubles moteurs de la PC sont souvent accompagnés de troubles sensoriels, perceptifs, cognitifs, de la communication et du comportement, mais aussi par une épilepsie et par des problèmes musculo-squelettiques secondaires (7).

Il existe plusieurs formes de PC :

- Dyskinétique : mouvements lents et involontaires de type convulsif ;
- Ataxique : atteinte de la coordination des mouvements volontaires, troubles importants de la marche, de l'équilibre et de la station debout ;
- Spastique : touche environ $\frac{3}{4}$ des personnes atteintes de paralysie cérébrale.

On distingue plusieurs types de troubles moteurs : hémiplégie, diplégie, quadriplégie et plus rarement une monoplégie.

4.1.2. Etiologie, prévalence et facteurs de risque

Les étiologies de la PC sont diverses et multifactorielles. Elles sont d'origine congénitale, génétique, inflammatoire, infectieuse, anoxique, traumatique et métabolique (26). 75% à 80% des cas de PC sont la conséquence de lésions prénatales sur un cerveau en développement. Les lésions pouvant, aussi, survenir en période natale ou post natale (26).

La prévalence globale de la PC est estimée à 2.11 /1000 naissances vivantes entre 1985 et 2011 (27). On retrouve une prévalence plus importante chez les enfants avec un poids de naissance compris entre 1000 et 1499g (59.18 /1000 naissances vivantes). La prévalence est aussi plus importante chez les enfants nés avant 28 semaines gestationnelles (111.80) (27). Ces chiffres démontrent que les facteurs de risque les plus importants pour la PC sont la prématurité et le petit poids de naissance (26). La SCPE (Surveillance of Cerebral Palsy in Europe) a démontré dans une étude que la prévalence globale de la PC a diminué au cours des années (1.77/1000 naissances vivantes en 2003 contre 1.90/1000 en 1980) (28).

4.1.3. Classification de la paralysie cérébrale

La sévérité des dysfonctions liées à la paralysie cérébrale est classée selon le système de classification de la fonction motrice globale (GMFCS) (29). Ce système de classification est composé de 5 niveaux (de la naissance à l'âge de 12 ans) et se base autant sur les capacités fonctionnelles des enfants lors des activités de la vie quotidienne que sur les restrictions et limitations fonctionnelles (aides techniques à la marche, appareillage).

- ✚ **Niveau 1** : Marche sans limitation avec difficultés dans les activités de motricité globale complexes.

✚ **Niveau 2** : Marche sans aides techniques avec difficultés à la marche à l'extérieur et dans la communauté.

NB : Une version revue, étendue et corrigée du GMFCS sortie en 2007 (GMFCS- E & R) comprend une tranche d'âge supplémentaire (12 ans à 18 ans). Les deux versions du GMFCS, dans leur version traduite en français, sont disponibles en annexe de ce document (annexe n°1).

4.2. Contribution des segments axiaux dans le contrôle postural chez les enfants atteints de paralysie cérébrale

Lors de ce chapitre, nous allons nous efforcer de mettre en exergue l'importance des segments axiaux dans l'organisation du contrôle postural et leur contribution dans l'équilibre et l'orientation posturale, en situation statique et dynamique, chez les enfants atteints de paralysie cérébrale.

En analysant l'ontogenèse de l'organisation du contrôle de l'équilibre décrite par Assaiante et Amblard en 1995, nous retrouvons une implication perpétuelle des segments axiaux (tête et tronc) dans le contrôle de l'équilibre et de l'orientation posturale (25). En effet, de la naissance à l'acquisition de la station debout, l'enfant utilise une organisation du contrôle postural de type descendant commençant par les muscles du cou, du tronc et enfin des jambes. De ce fait, la tête constituerait le commencement du développement de l'équilibre du corps et aurait l'un des rôles les plus importants dans l'organisation de la posture (25). MASSION confirme l'importance des segments axiaux en attribuant au tronc un rôle clé dans l'organisation de la stabilité et de l'orientation posturales.

RACHWANI s'est intéressé à l'acquisition du contrôle segmental du tronc lors d'une tâche de préhension chez des enfants à développement typique (DT) (4). L'étude consistait en une tâche de préhension avec deux niveaux de support de maintien : l'un au niveau thoracique et l'autre au niveau pelvien. Les enfants ont été divisés en 2 groupes en se basant sur l'échelle d'évaluation du contrôle segmental du tronc (SATCo). Le groupe 1 comportait des enfants avec un score SATCo entre 4 et 5 démontrant un contrôle de la région thoracique. Le groupe 2, quand à lui, était composé d'enfants avec un score entre 6 et 7 reflétant un contrôle tant au

niveau thoracique que lombaire. Les résultats de cette étude ont démontré que les enfants étaient d'une stabilité équivalente lorsque le support de maintien était au niveau thoracique. A contrario, une différence significative se retrouvait lors du maintien au niveau pelvien montrant une meilleure stabilité chez les enfants ayant acquis un contrôle de la région lombaire et thoracique (score SATCo entre 6 et 7) (4). Cette étude nous montre bien l'importance du contrôle du tronc dans l'équilibre et l'orientation posturale que nécessite la tâche de préhension et nous oriente vers la nécessité d'intervenir sur ce segment axial chez une population souffrant de troubles du contrôle postural tant en situation statique que dynamique.

Dans la définition de la PC nous retrouvons une terminologie explicitant les troubles dont souffrent les enfants PC, notamment « des troubles du développement de la posture et du mouvement ». Ces troubles entraînent des dysfonctions du contrôle postural chez cette population et sont considérés comme l'un des principaux problèmes que rencontrent les enfants atteints de PC (30–33).

A l'image de l'étude de RACHWANI conduite sur des enfants à DT, une étude rétrospective menée par CURTIS et al s'est intéressée au contrôle segmental du tronc chez des enfants atteints de PC avec un GMFCS allant de 1 à 5. Pour ce faire, les données de 92 enfants avec PC entre Octobre 2008 et Février 2014 ont été recensées. Chaque enfant a bénéficié d'une mesure de la fonction motrice globale (GMFM), d'une évaluation pédiatrique des incapacités (PEDI) et d'une échelle d'évaluation du contrôle segmental du tronc (SATCo). L'étude a montré que plus le score SATCo était important meilleur était le score GMFM et le PEDI (1 niveau de SATCo gagné = 0.5 à 11 points GMFM). Ces résultats suggèrent que le contrôle postural du tronc joue un rôle clé dans la mobilité et la fonction motrice globale des enfants PC (11) et qu'il pourrait constituer l'un des axes d'intervention thérapeutique à même d'améliorer le contrôle postural statique et dynamique chez ces enfants.

SAAVEDRA quelques années plus tôt, a étudié la contribution du contrôle du tronc dans la stabilité de la tête en position assise dans un échantillon de 15 enfants PC GMFCS 1 à 3 (8). Le protocole expérimental consistait en un maintien d'une position assise avec plusieurs niveaux de support (pelvien, thoracique) et sans maintien, avec enregistrement des oscillations frontales et sagittales de la tête. Les résultats de cette étude indiquent qu'une

meilleure stabilité de la tête est retrouvée lorsque les impératifs du contrôle du tronc sont moindres (plus le tronc était maintenu, meilleur était le contrôle de la tête). Ceci démontre que les dysfonctions du contrôle du tronc contribuent à accroître l'instabilité chez les enfants atteints de PC.

HEYRMAN vient consolider l'hypothèse sur les dysfonctions du contrôle du tronc chez les enfants atteints de PC en évaluant 100 enfants présentant une PC spastique (52 garçons et 48 filles avec une moyenne d'âge de 11.4 ans) et en les comparant à des enfants à DT (10). L'échelle de mesure du contrôle du tronc (TCMS) a été utilisée (34). Cette échelle permet d'évaluer le contrôle du tronc en position assise en situation statique et dynamique. Les résultats globaux de cette étude ont montré que les enfants PC souffraient d'un déficit net du contrôle du tronc avec une médiane au score global TCMS de 38.5 (66% du score max) contre une médiane de 53.5 pour les enfants à DT (92% du score max). Les enfants PC avaient plus de difficultés lors de l'évaluation de l'équilibre du tronc en situation dynamique (mouvements de contrôle sélectif et réaction d'équilibre) (10).

Intéressons-nous, à présent, à l'influence des segments axiaux lors de la marche chez les enfants atteints de PC. Comme mentionné plus haut, les dysfonctions du contrôle postural sont l'un des principaux problèmes que rencontrent les enfants atteints de PC. Ce dysfonctionnement se répercute sur les activités journalières et en particulier sur la marche.

Ces dernières années HEYRMAN s'est intéressé aux segments axiaux et à leurs influences, notamment, sur la marche. En 2013, HEYRMAN a mis en place un protocole expérimental dont l'objectif était de définir les différences dans la cinématique de la tête et du tronc entre les enfants avec PC et les enfants à DT lors d'une analyse tridimensionnelle de la marche (35). Il a utilisé un modèle biomécanique de l'ensemble du corps lui permettant de calculer l'index de déviation de chaque angle segmentaire par rapport à un repère anatomique (ex : tronc) (31,35). Nous retrouvons dans les résultats de l'étude une différence dans les paramètres spatio-temporels entre les enfants avec PC et les enfants à DT avec, notamment, une amplitude du mouvement (ROM) de la tête et du tronc plus importante chez les enfants avec PC, l'augmentation de ROM étant corrélée à une instabilité dynamique plus prononcée. Cette étude implique que le déficit du contrôle dynamique de la tête et du tronc contribue au pattern pathologique de la marche chez les enfants atteints de PC. Cette contribution a aussi

été rapportée dans l'étude de SAETHER (14). L'étude était de type longitudinal. Elle comporte un échantillon de 70 enfants (41 avec PC spastique et 29 enfants sans troubles moteurs) et a analysé les caractéristiques reflétant l'équilibre et la progression de la marche chez les enfants et adolescents atteints de PC. Pour ce faire, un capteur à 6 degrés de liberté, comprenant un accéléromètre, un gyroscope et un magnétomètre, a été fixé au tronc et utilisé pour mesurer les accélérations lors d'une tâche de marche sur 5m (14). Les résultats démontrent des difficultés dans le contrôle de l'équilibre durant la marche chez les enfants avec PC objectivées par une moyenne des accélérations dans les trois plans (antéropostérieur, médio-latéral et vertical) plus importante que chez celle des enfants sans trouble moteur. Cette augmentation des accélérations du tronc durant la marche pourrait être la conséquence des troubles du contrôle du tronc (14). Le tronc assurerait le maintien et la progression en avant de la jambe et du tronc, ce qui indiquerait une relation de réciprocité entre les fléchisseurs plantaires et le tronc à tout instant du cycle de marche (36). SAETHER dans son analyse de la marche chez 26 enfants atteints de PC spastique s'est efforcé de démontrer une relation entre le contrôle du tronc en position assise et durant la marche (30). Chaque enfant a été soumis à une évaluation en utilisant le TCMS et l'échelle des troubles du tronc (TIS). L'intérêt de cette étude est d'avoir réussi à faire le lien entre l'altération du contrôle du tronc en position assise (TCMS, TIS) et son altération lors de la marche (accéléromètre) avec une corrélation entre les différentes échelles de mesure. SAETHER, précise que ces résultats doivent être interprétés avec précaution et qu'il faudrait pousser l'étude afin de corroborer cette relation. Néanmoins, notons que l'étude de SAETHER conforte les résultats d'une autre étude de HEYRMAN qui a démontré que plus le score TCMS était mauvais, plus grande était l'altération des mouvements lors de la marche. Cette altération n'était pas la conséquence, seulement, des troubles des membres inférieurs mais il y avait bien un déficit du contrôle des segments axiaux y contribuant (faible corrélation entre les mouvements altérés du tronc et ceux des membres inférieurs) (9). Cela signifierait qu'une amélioration du contrôle postural des segments axiaux en position assise, serait susceptible d'améliorer les paramètres qualitatifs et quantitatifs de la marche.

La contribution des segments axiaux dans le contrôle postural en situation statique comme en dynamique serait, donc, indéniable. Les dysfonctions de ce contrôle postural chez l'enfant atteint de PC engendrent des troubles de l'équilibration et de l'orientation et perturbent

l'interaction de l'enfant avec son environnement. Cela nous amène à penser que l'intervention sur les segments axiaux pourrait constituer l'un des axes principaux de la rééducation chez cette population leur permettant d'améliorer leur contrôle postural en position assise mais aussi lors de la marche tant en situation statique que dynamique.

4.3. Différentes approches thérapeutiques sur le contrôle postural chez les enfants atteints de PC

Une revue systématique datant de 2014 a répertorié les différentes approches thérapeutiques sur le contrôle postural chez les enfants atteints de PC et ce, de janvier 1980 à décembre 2013 (16). A travers cette revue 13 types d'approches thérapeutiques ont été identifiés dont l'hippothérapie. A partir de cette revue, nous nous focaliserons sur les thérapies qui nous paraissent pertinentes, du point de vue de leur efficacité et de leur efficience, et qui constitueront la base de réflexion qui nous a conduit à la mise en place de notre protocole expérimental.

4.3.1. Hippothérapie

L'hippothérapie est une intervention thérapeutique consistant à utiliser un cheval ou plus précisément, les mouvements d'un cheval afin d'améliorer l'équilibre, la posture, la fonction motrice, le tonus musculaire, la mobilité et les paramètres de la marche (17–20,33,37). La similitude entre les mouvements du cheval (mouvements rythmiques dans les 3 plans de l'espace) et les mouvements du bassin lors de la marche chez l'être humain, serait l'une des raisons expliquant l'hypothèse de l'amélioration du contrôle de la tête, du tronc et de la marche lors d'une telle thérapie (18). L'hippothérapie a la particularité d'être encadrée, exclusivement, par des professionnels de la santé (kinésithérapeute, ergothérapeute).

Nous retrouvons, à travers la littérature, plusieurs études s'intéressant à l'hippothérapie et à son utilisation chez les enfants atteints de PC dont 2 méta analyses traitant de son effet sur le contrôle postural (18,21). La première méta analyse datant de 2011 a retrouvé une amélioration statistiquement significative du contrôle postural après hippothérapie (18). La deuxième était plus rigoureuse n'incluant que les essais contrôlés randomisés et les études observationnelles (21). Elle est arrivée à la même conclusion que la

première concernant le contrôle postural après hippothérapie. Une seule étude n'a observé aucun changement du contrôle postural après l'intervention, ce que les auteurs expliquent par l'inclusion des PC avec GMFCS 5 (handicap sévère) et que les bénéfices de l'hippothérapie étaient plus probants chez les enfants avec GMFCS 1,2 et 3. Hormis le contrôle postural, cette méta analyse a aussi retrouvé une amélioration de la symétrie des muscles adducteurs de la hanche lors de la marche, rapportée aussi par d'autres études (37,38), et attribuée, notamment, à la position en califourchon sur le cheval qui permet un étirement doux et constant. Cependant aucune amélioration, statistiquement significative, n'a été retrouvée concernant le Gross Motor Function Measure « GMFM » (outil de mesure utilisé pour apprécier la fonction motrice globale chez les enfants PC, notamment, en position assise et lors de la marche) après l'hippothérapie. Ceci a conduit les auteurs, à conclure à un manque d'évidence statistique du bénéfice de l'hippothérapie chez les enfants atteints de PC. Cependant, les mêmes auteurs confirment les bienfaits de l'hippothérapie par une amélioration du contrôle postural et de la symétrie des adducteurs de la hanche. Cette contradiction s'explique par le fait que seul le GMFM a été pris en considération pour leur conclusion. L'essai contrôlé randomisé de KWON en 2015 montre une amélioration du GMFM chez les enfants atteints de PC après hippothérapie (39). Se basant sur des critères d'inclusion stricte et sur une méthodologie protocolaire rigoureuse (note Pedro 7/10), Kwon a démontré qu'au terme de 16 sessions d'hippothérapie (en complément d'une kinésithérapie conventionnelle) d'une durée de 30 minutes chacune, le score GMFM est significativement différent dans le groupe bénéficiant de l'hippothérapie avec une amélioration de l'équilibre et de la fonction motrice globale (39). Ce résultat est confirmé par l'étude de PARK en 2014 (40).

4.3.2. Les Simulateurs

Les résultats prometteurs qui ont suivi l'utilisation de l'hippothérapie sur les enfants atteints de PC, a incité les chercheurs à trouver une alternative, à l'utilisation d'un cheval, qui permettrait une application clinique et à moindre coût (41). C'est ainsi, que les simulateurs ont suscité de l'intérêt, de par leur capacité à reproduire les mouvements rythmiques du cheval dans les 3 plans de l'espace. Paradoxalement, les études s'intéressant aux effets d'un simulateur, chez les enfants atteints de PC, ne sont pas légion.

HERRERO a été le premier à mettre en place une étude contrôlée randomisée avec des mesures normalisées. 38 enfants répartis en 2 groupes ont, donc, bénéficié d'une intervention sur simulateur. Dans le groupe 1 (G1), les enfants étaient assis sur un simulateur en marche, alors que le G2 était assis en position califourchon sur un simulateur en mode OFF (éteint). Les résultats de cette étude sont très intéressants parce qu'ils montrent une amélioration du GMFM dimension B (dimension assise) dans les 2 groupes avec une différence statistiquement significative entre groupes. Par contre, et ce qui est le plus surprenant, le score global GMFM s'est amélioré dans les deux groupes (11/19 G1 contre 8/19 G2) sans différence significative entre eux (17,41). Cela suggérerait que même en utilisant un simulateur en mode OFF avec juste une position à califourchon et une consigne de redressement actif du tronc, l'équilibre en position assise ainsi que la fonction motrice globale se verraient améliorés chez les enfants PC.

L'autre essai randomisé a eu la particularité de comparer les effets de l'hippothérapie à ceux d'un simulateur dynamique et statique sur la position assise des enfants atteints de PC (42). Deux échelles ont été utilisées afin d'évaluer le contrôle postural assis des enfants, le GMFM-66 dimension assise (qui est une version abrégée du GMFM) (43) et le SATCo qui est l'échelle de mesure du contrôle du tronc (selon différents niveaux et types de contrôle) en position assise (44). L'amélioration du contrôle du tronc (SATCo) a été significativement différente pour les 3 groupes (hippothérapie, simulateur dynamique et simulateur statique) entre le pré et le post test (42). Même si l'amélioration a été plus importante lors de l'hippothérapie, il n'en demeure pas moins que l'utilisation des simulateurs (dynamique et statique) a montré un bénéfice certain sur le contrôle postural des enfants PC en position assise, ce qui constitue un argument en faveur de l'utilisation de l'hippothérapie et des simulateurs.

L'hippothérapie constitue un atout majeur pour la prise en charge des enfants atteints de PC afin d'obvier aux dysfonctions du contrôle et leur permettre d'interagir, au mieux, avec leur environnement. L'utilisation d'un simulateur s'avère une alternative ayant l'avantage d'être plus accessible pour une application clinique et dont les mérites convergent avec celles de l'utilisation d'un vrai cheval.

4.3.3. Tâches motrices globales

Le principe de cette intervention est de mettre en place des exercices, dits « de tâches - orientées », similaires à ce que les enfants font lors des activités de la vie quotidienne. Les exercices concordent avec les différentes dimensions du score GMFM et explorent l'équilibre assis, la marche, la préhension,...etc (16,45,46). Les résultats des études ont montré, notamment, une amélioration de l'équilibre en position debout lors d'exercices d'atteinte de cibles et de préhension d'objets dans différentes directions (45,46).

Partant de ces résultats et d'une revue de la littérature qui a démontré l'efficacité des exercices d'entraînement sur le tronc chez les hémiplegiques (Sitting Protocol Therapy : exercices en position assise sur surface instable ou stable) (47), nous proposons lors de notre protocole des exercices d'entraînement du tronc se basant sur les mêmes principes, à savoir : exercices de préhension d'objets et d'atteinte de cible dans la limite de la déstabilisation.

5. MATERIEL ET MÉTHODE

5.1. Population

5.1.1. Critères d'inclusion :

- ✚ PC spastique GMFCS 1 et 2 ;
- ✚ Age entre 6 et 12 ans ;
- ✚ Capacité à comprendre les consignes ;
- ✚ Consentement et engagement des parents ou tuteurs légaux à suivre le protocole (annexe n°2).

5.1.2. Critères de non inclusion :

- ✚ Injection de toxine botulique au niveau des membres inférieurs dans les 6 mois précédents le protocole expérimental ;
- ✚ Intervention chirurgicale au niveau des membres inférieurs et/ou du tronc dans les 12 mois précédents le protocole expérimental ;

- ✚ Troubles orthopédiques importants ;
- ✚ Cotation 4 sur l'échelle de la spasticité d'Ashworth.

En raison de la difficulté de recrutement d'enfants rentrant dans nos critères d'inclusion et du manque de temps imparti à la finalisation du protocole expérimental, nous nous sommes restreint à un essai clinique effectué sur un enfant atteint d'une PC GMFCS II suivi au CMPRE de Flavigny sur Moselle (bilan en annexe n°3).

5.2. Matériel

5.2.1. Outil d'intervention

Lors de l'exposition de notre problématique, nous avons mis en exergue la difficulté à utiliser un vrai cheval pour des raisons d'accessibilité et d'application thérapeutique. Le simulateur s'avère une bonne alternative mais reste d'une accessibilité tout aussi difficile. Il nous fallait alors trouver un outil qui serait accessible, ludique et qui pouvait être utilisé en toute circonstance que ce soit en institution, en cabinet libéral ou même à domicile.

Rody est un cheval gonflable sauteur de la société Ledraplastic®, conçu pour les enfants en tant que jeu dynamique et de psychomotricité (fig. 1). La composante déséquilibrante du Rody nous confère, presque, les mêmes caractéristiques que celles d'un vrai cheval. Monté sur ses 4 pattes gonflables, le Rody incite l'enfant à utiliser des stratégies d'équilibre afin de se maintenir dessus. Le modèle utilisé lors de notre étude est le Rody max avec des dimensions de 66 x 66 cm, 90 cm de circonférence de selle et une capacité de charge max de 200 kg. Pour les besoins de notre protocole un support en bois (106 x 41 x 36 cm), sur lequel le Rody reposait, a été rajouté.



Figure 1 : Rody

5.2.2. Outils de mesure

Les outils de mesure que nous avons utilisés, lors de notre protocole, avaient comme objectif d'évaluer nos variables dépendantes qui sont : le contrôle postural statique et dynamique en position assise, ainsi que les paramètres quantitatifs et qualitatifs de la marche.

5.2.2.1. Mesure du contrôle postural

Au cours de la première partie de notre document, nous nous sommes attelé à mettre en évidence le rôle crucial que représente le contrôle postural lors de situations statiques et dynamiques et que celui-ci constitue l'une des dysfonctions les plus invalidantes chez les enfants atteints de paralysie cérébrale. Pour évaluer le contrôle postural, l'utilisation d'une échelle validée, reproductible et mettant en relation le contrôle postural avec les segments axiaux, nous a paru fondamentale.

L'échelle de mesure du contrôle du tronc (TCMS) est un outil de mesure clinique élaboré par HEYRMAN en 2011 (34) et dont le niveau d'évidence est considéré comme fort (48,49). Elle permet d'évaluer le contrôle du tronc durant des activités fonctionnelles.

L'échelle est composée de 15 items répartis en deux grandes sections.

La première section, comporte 5 items permettant d'apprécier l'équilibre statique en position assise. Elle évalue le contrôle du tronc lors des mouvements des membres supérieurs et inférieurs.

La deuxième section est composée de 10 items et est dédiée à l'équilibre dynamique en position assise. Elle est, elle-même, répartie en deux sous-sections, l'une d'elles permet d'apprécier le contrôle sélectif du tronc (7 items) à travers des mouvements dans les 3 plans de l'espace. L'autre, s'intéresse aux réactions d'équilibre (3 items) suite à des tâches d'atteinte de cible.

Le score du TCMS est compris entre 0 et 58. Un score élevé exprimant un contrôle du tronc plus performant. L'échelle TCMS est en annexe de ce document dans sa version anglaise, aucune version française n'étant à ce jour validée (annexe n°5).

5.2.2.2. Mesure des paramètres quantitatifs et qualitatifs de la marche

Lors de notre recherche d'outils permettant une analyse de la marche, et plus particulièrement chez les enfants, nous avons été confronté à une problématique portée sur l'accessibilité de certains outils d'analyse qui sont, certes, performants mais qui nécessitent des moyens humain, matériel et financier importants et contraignants. C'est le cas de l'analyse tridimensionnelle qui est considérée comme le gold standard des outils de mesure de la marche chez les enfants atteints de PC (31,50). Dans l'optique de suppléer à l'analyse tridimensionnelle par un outil plus accessible, notamment, du point de vue clinique, RATHINAM et al se sont intéressés aux outils de mesure observationnelle de la marche en milieu pédiatrique dans le but de comparer leur validité et leur reproductibilité par rapport à l'analyse instrumentale de la marche (50). Ils ont identifié 5 outils de mesure pour les enfants atteints de PC dont le score visuel de marche d'EDINBURGH (EVGS) est le plus performant et le plus à même d'être utilisé pour évaluer le pattern de marche chez les enfants atteints de PC (50).

L'EVGS (annexe n°6) a été mis au point par Read et al en 2003 pour évaluer la marche des enfants atteints de PC(51). Il consiste en une échelle répartie en 17 items consistant en l'observation (enregistrements vidéos), lors de la marche, tant dans la phase d'appui que durant la phase oscillatoire, de six niveaux anatomiques (tronc, pelvis, hanche, genou, cheville et pied) dans les plans sagittal, frontal et transversal. Sa validité, sa reproductibilité ainsi que sa bonne corrélation avec l'analyse tridimensionnelle de la marche a été rapportée dans plusieurs études (50–53). De plus l'échelle montre une fiabilité raisonnable

chez les observateurs inexpérimentés (54). Le score de chaque item reflète la sévérité de la déviation d'un niveau anatomique (0 : normal, 1 : écart modéré, 2 : écart marqué). Le score global maximum théorique de l'échelle étant de 34.

Une version en français de l'annexe de l'EVGS a été traduite par nos soins. Cette traduction ne constitue en aucun cas un support officiel. Elle n'a été rajoutée que pour permettre aux lecteurs d'approfondir leur compréhension de l'échelle (annexe n°5).

Des marqueurs réfléchissants ont été utilisés afin de faciliter l'analyse vidéo de la marche (annexe n°4). Leur emplacement sur les différents repères anatomiques a été défini, notamment, selon les recommandations de l'International Society of Biomechanics (ISB) (55,56)

4 caméras ont été disposées de sorte à filmer la marche de l'enfant dans les plans frontal et sagittal. Le périmètre de marche correspondait à une longueur de 6m et une largeur de 1m50 (fig. 2).



Figure 2 : Etalonnage de l'espace de marche

En plus de l'EVGS, un test de marche de 6 minutes (6MWT) a été utilisé lors du protocole, test qui a démontré sa fiabilité, sa validité et sa reproductibilité chez les enfants atteints de PC (57–60). Le 6MWT a été administré selon les recommandations de l'American Thoracic Society (ATS) (61).

5.3. Déroulement protocolaire

Le protocole s'est étendu sur une période de 8 semaines avec 2 séances de Rody par semaine d'une durée de 45 min chacune. Les séances de kinésithérapie conventionnelle se déroulaient en dehors des séances de Rody (1x/semaine).

Lors de la séance Rody, l'enfant était en position califourchon sans appui des membres inférieurs au sol. Les consignes du thérapeute étaient de rester le plus droit possible et de sautiller sur le Rody tout au long des différents exercices de tâches orientées.

La première séance consistait en une session d'adaptation à la composante déséquilibrante du Rody où l'enfant avait l'autorisation de maintien avec les deux membres supérieurs. Par la suite l'enfant a été invité à se maintenir sur le Rody, toujours, en sautillant sans l'apport des membres supérieurs. Une fois la position maîtrisée et jugée sans risque par le thérapeute, des exercices de tâches orientées ont été proposés sous forme de jeux ludiques que nous avons regroupés sous l'appellation : Rody Games. A chaque jeu a été attribuée une appellation propre, fruit de notre réflexion personnelle.

Rody-trip :

Le Rodytrip est l'action de sautillement sur le cheval gonflable. Il sera effectué tout au long des séances et sera le point commun de tous les exercices proposés. Toute tâche devra être accompagnée du Rody-trip

Rodymnastique :

Consiste en un exercice de gymnastique sur le Rody où l'enfant doit reproduire les mouvements des membres supérieurs du thérapeute (fig. 3).



Figure 3 : Rodymnastique

✚ Rody check :

Le Rody check (fig. 4) consiste à venir taper la paume de la main du thérapeute (tape mon cinq). Le thérapeute peut utiliser une main ou les deux de façon symétrique ou non. La vitesse et l'amplitude des mouvements sont variables. Cet exercice permet de solliciter l'équilibre dynamique et les réactions d'équilibre nécessaire pour maintenir la position sur le Rody. Le thérapeute peut se mettre derrière ou devant l'enfant selon les sollicitations voulues.



Figure 4 : Rody check

✚ Rodyball :

Plusieurs exercices peuvent être proposés lors du Rodyball (fig. 5). Nous en décrivons quelques-uns.

Le thérapeute envoie un ballon dans différentes directions, l'enfant se devant de les réceptionner puis de les renvoyer au thérapeute.

Un panier de basket est placé sur le côté droit ou gauche de l'enfant. Il est demandé à l'enfant de réceptionner la balle du côté où est placé le thérapeute en effectuant une rotation du tronc puis de lancer la balle du côté opposé vers le panier de basket (rotation controlatérale du tronc).

Même exercice que le précédent en utilisant des balles de tennis que l'enfant doit réceptionner et envoyer dans un bac.



Figure 5 : Rody ball

✚ Rody-Target :

Le Rody-Target (annexe n°4) consiste en un jeu d'atteinte de cible sur un support comprenant plusieurs cercles. Chaque cercle correspond à un nombre de points prédéfinis. Une balle de tennis tapissée en scratch permet à celle-ci d'adhérer au support.

✚ Rody-Ace :

Le Rody-Ace est inspiré du jeu de service du tennis. L'enfant, raquette à la main, doit effectuer un service en lançant la balle d'une main et en la tapant avec la raquette de l'autre. Des cibles peuvent être rajoutées que l'enfant devra toucher en effectuant le service.

✚ Rody-Strike :

A l'image des jeux de fête foraine, l'enfant doit tirer avec une balle sur des quilles ou des boîtes (gobelets) (annexe n°4). Le Rody-strike peut être effectué avec une raquette et de ce fait se retrouvera combiné au Rody-Ace. On parlera alors de Rody-Ace-Strike.

5.4. Analyse des données

Les différentes mesures lors du protocole se feront en 2 temps :

- Temps 1 (T1) : Début du protocole expérimental
- Temps 2 (T2) : Fin du protocole expérimental (au bout des 8 semaines)

L'analyse des données regroupe :

- Le score global et le score des sous échelles du TCMS
- Le score de l'EVGS
- La distance de marche du 6MWT
- Le calcul angulaire des différentes articulations lors des phases d'appuis et d'oscillations de la marche avec Kinovea® (fig. 6). Ce dernier est un logiciel gratuit qui permet la capture et l'analyse vidéo et photo. Grace à ses différentes fonctionnalités, Kinovea® nous donne le moyen d'analyser la marche en visualisant les différentes phases avec un maximum de précision : ralenti vidéo, calcul des angles, étalonnage de l'espace, suivi de trajectoire, synchronisation, vitesse,etc (62–64).



Figure 6 : Calcul des angles avec Kinovea®

5.5. Analyse statistique

Notre échantillon se composant d'un seul enfant, cela ne nous a pas permis de procéder à une analyse statistique pertinente. Néanmoins, pour les besoins de l'EVGS, nous avons effectué des statistiques descriptives pour les différentes angulations articulaires. Les moyennes et écarts type de 15 phases d'appui et 15 phases d'oscillation ont été calculés pour cette analyse et utilisés pour définir l'EVGS de chaque segment anatomique en pré et post protocole (annexe n°7).

6. RÉSULTATS

6.1. TCMS

Les résultats du TCMS montrent une amélioration du contrôle postural de l'enfant (annexe n°5). Le score global avant le protocole était de 32/58 (55,17 % du score total). Après la fin du protocole ce score est remonté à 47/58 (81,03 % du score total) soit une amélioration de 25,86 % (tab. I). L'analyse des sous échelles objective une nette amélioration du contrôle postural dynamique avec un score de 29/38 en post protocole contre 16/38 en pré protocole soit une amélioration de 34,21 %.

Tableau I : TCMS pré et post protocole

| | Pré protocole | Post protocole | Evolution en % |
|-----------------------------------|---------------|----------------|----------------|
| Static sitting balance | 16/20 | 18/20 | + 10 % |
| Selective movement control | 11/28 | 21/28 | + 35,72 % |
| Dynamic reaching | 5/10 | 8/10 | + 30 % |
| Score total TCMS | 32/58 | 47/58 | + 25,86 % |

6.2. EVGS et 6MWT

L'analyse visuelle de la marche indique une amélioration globale avec un EVGS de 11/34 au niveau du membre inférieur gauche en post protocole contre 18/34 en pré protocole (tab. II). Rappelons que plus le score de l'EVGS est élevé, plus important est le pattern

pathologique de marche. L'amélioration concerne, entre autre, le déplacement sagittal et latéral du tronc, l'obliquité et la rotation du bassin et, l'extension des hanches lors de la phase d'appui. Notons que nous retrouvons une exagération de la position terminale du genou droit lors de la phase d'oscillation et de l'extension du genou droit lors de la phase d'appui en post protocole (+1 point pour chacun en post protocole). Aucune différence n'a été retrouvée sur le score de l'EVGS concernant le pied. Le tableau détaillé de toutes les composantes de l'EVGS en pré et post protocole est en annexe de ce document (annexe n°6).

Tableau II : EVGS pré et post protocole

| EVGS | Pré-protocole | Post-protocole |
|---------------|----------------------|-----------------------|
| Droit | 7/34 | 7/34 |
| Gauche | 18/34 | 11/34 |

Le 6MWT montre une amélioration du périmètre et de la vitesse de marche (tab. III).

Tableau III : 6MWT pré et post protocole

| 6MWT | Pré-protocole | Post-protocole |
|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Distance (m) | 528 | 540 |
| Vitesse (m/s) | 1,46 | 1,5 |

7. DISCUSSION

L'objectif de notre travail était d'élaborer et de mettre en pratique un protocole expérimental de rééducation ciblant les segments axiaux dans le but d'améliorer le contrôle postural des enfants atteints de PC. Deux hypothèses en sont ressorties :

H1 : un protocole de rééducation ciblé sur les segments axiaux améliore le contrôle postural en position assise des enfants atteints de paralysie cérébrale spastique GMFCS I et II.

H2 : l'amélioration du contrôle postural en position assise améliore les paramètres qualitatifs et quantitatifs de la marche chez les enfants atteints de paralysie cérébrale GMFCS I et II.

L'hippothérapie a constitué une part importante de notre base de réflexion pour la recherche d'un outil ludique, accessible à tous, qui pourrait se rapprocher des mouvements du cheval. Le cheval gonflable Rody regroupe les caractéristiques nécessaires pour mettre en œuvre notre protocole et ainsi confirmer ou infirmer nos hypothèses.

Les résultats montrent qu'au terme de 8 semaines de protocole constitué de 16 sessions Rody de 45min à 60min chacune, le contrôle postural en position assise de l'enfant est amélioré. Cette amélioration est objectivée par une augmentation du score TCMS au bout des 8 semaines. Cela peut être expliqué par le déséquilibre imposé par Rody qui incite l'enfant à ajuster et réajuster, continuellement, ses réactions d'équilibre par sollicitation des ajustements posturaux réactionnels et des ajustements posturaux anticipés (APA).

Ces ajustements nécessitent une coordination et une anticipation de l'activité contractile musculaire qui sont perturbées chez les enfants atteints de PC (65). Des études montrent que l'hippothérapie de par les mouvements rythmiques imprimés par le cheval, entraîne une amélioration de la force des muscles de la région lombaire, abdominale et pelvienne aboutissant à un meilleur contrôle postural (17,32,66). On imagine, alors, que lors des exercices effectués sur le Rody l'enfant s'est retrouvé confronté à des déséquilibres incessants qui ont encouragé la participation des muscles du tronc (érecteur du rachis, transverse) et la mise en place de stratégies d'équilibre appropriées aux changements d'environnement. La variabilité des exercices de tâches orientées a induit des perturbations intrinsèques nécessitant une certaine coordination et anticipation musculaires, par la mise en jeu des APA, afin d'y faire face. Les différents jeux ludiques sur le Rody ont regroupé ces notions en travaillant la dissociation des ceintures, l'atteinte de cibles, le lancer, la réception, dans les limites de la déstabilisation.

El-SHAMY a étudié les effets de l'application de vibration sur l'ensemble du corps chez des enfants atteints de paralysie cérébrale diplégique (67). Les résultats de cette étude montrent, au terme de 3 mois d'application de vibration de 12 à 18 hz, une amélioration de l'équilibre antéro-postérieur et médio-latéral (note 8/10 sur les critères PEDRO) statistiquement significative entre le groupe contrôle et le groupe expérimental (67). Le Rody-trip consistait en des sautilllements que l'enfant devait, perpétuellement, faire tout au long des séances. Ces sautilllements ont engendré une déstabilisation mais aussi des éventuelles

vibrations lors du contact bassin-rody qui ont, probablement, favorisé l'activité musculaire réflexe des muscles des segments axiaux par stimulation sensorielle (67,68).

Toutes les caractéristiques regroupées lors de notre protocole à savoir : travail déstabilisant sur le Rody, exercices de tâches orientées y compris, l'éventuelle, composante vibratoire induite par les sautilllements, ont contribué à l'amélioration des réactions et des ajustements posturaux de l'enfant, à la réorganisation du système nerveux central et à la stimulation de la neuro-plasticité (68). La pratique sur le Rody a permis à l'enfant de développer de nouveaux engrammes moteurs plus riches et plus adaptés aux différentes situations auxquelles il a dû faire face. Cette évolution du contrôle postural a été la résultante de l'amélioration du contrôle des segments axiaux (TCMS). Ceci nous conforte dans notre objectif de départ qui consistait à se focaliser sur le tronc et nous incite à continuer notre humble démarche afin d'optimiser le protocole Rody.

Notre deuxième hypothèse partait de la réflexion que si le contrôle postural en position assise venait à être amélioré cela se corrélait avec une amélioration de la marche de l'enfant. Pour ce faire nous avons choisi un outil à la fois accessible à tous et présentant une alternative à l'analyse tridimensionnelle. Les résultats de notre protocole montrent une amélioration de l'EVGS en post protocole. Cette amélioration doit être analysée en détail afin d'en comprendre les tenants et les aboutissants. En effet, on remarque que l'amélioration de ce score est en grande partie due à la diminution des déplacements du tronc dans le plan sagittal et frontal, à la diminution des rotations et de l'obliquité du bassin explicitant un meilleur contrôle postural. On pourrait s'arrêter là et en conclure que l'amélioration du contrôle postural en position assise des segments axiaux améliore la marche. Cependant nous tenions à pousser notre analyse et approfondir les composantes de l'EVGS.

NEPTUNE a démontré qu'il y avait une relation réciproque entre les fléchisseurs plantaires (gastrocnémiens et soléaire) du pied et le tronc lors des différentes phases de la marche. Ainsi, lors de l'appui unipodal, l'activité des fléchisseurs plantaires serait définie par l'accélération verticale et horizontale du tronc (36). La participation des fléchisseurs plantaires serait plus importante dès lors que les amplitudes du mouvement du tronc augmenteraient. Ce qui signifie que plus le contrôle postural est précaire, plus les fléchisseurs plantaires interviennent pour freiner l'avancée du tronc et permettre la progression vers

l'avant lors de l'appui unipodal. En contextualisant cette analyse chez les enfants atteints de PC, nous pourrions prétendre que l'attitude en équin du pied lors de la marche ne serait pas tributaire de la spasticité à elle seule et qu'il y aurait une contribution des segments axiaux à cette attitude (9,30,36,69). Or, lors de l'évaluation de l'EVGS post protocole, l'enfant n'a pas montré d'amélioration de son score au niveau du pied. Le contact initial se faisait toujours avec le plat du pied du côté droit et avec les orteils du côté gauche. Ceci dit, nous avons remarqué une esquisse d'attaque du talon du pied droit et une attaque du côté gauche se faisant au niveau des articulations métatarso-phalangiennes mais cette amélioration était insuffisante pour une modification de l'EVGS. La phase d'appui se caractérisait par une flexion dorsale de la cheville réduite à droite et une flexion plantaire marquée à gauche qui perdurait lors de la phase d'oscillation. L'EVGS au niveau des genoux et des hanches s'était amélioré du côté gauche mais, paradoxalement, régressé du côté droit (particulièrement pour le genou). Cela pourrait s'expliquer, en premier lieu, par l'amélioration du contrôle postural du tronc qui a, plausiblement, entraîné des adaptations au nouveau pattern de marche. Le tronc et le bassin étant plus stables, le contrôle postural s'en est vu amélioré au profit d'un meilleur équilibre lors de la marche et d'une augmentation de la vitesse. Cette dernière s'explique par le fait, que le pied ne se retrouvait plus dans une position frénatrice. Les membres inférieurs ont dû, alors, se réorganiser de façon à maintenir l'avancée et à stabiliser le bas du corps. La deuxième possibilité se rapporte aux conditions de l'évaluation et des difficultés rencontrées lors de l'analyse qui pourraient être la cause de cette régression au niveau du genou droit. Quelle qu'en soit la cause, il y a nécessité d'approfondir l'étude en l'étendant à une population plus importante sur une durée plus longue pour définir les effets du protocole Rody sur le pattern de marche des membres inférieurs.

L'EVGS est basé sur une analyse visuelle qui permet d'attribuer un score pour 6 segments anatomiques (pied, cheville, genou, hanche, pelvis et tronc). Plus le score est élevé plus important est le pattern pathologique de marche. Ces scores ont été définis selon des moyennes d'angles prédéterminés (annexes n°6 et n°7) mais non nécessaires à l'utilisation de l'EVGS. Nous nous sommes, néanmoins, intéressé à ces angles et avons utilisé pour cela le logiciel Kinovea® qui nous a permis de les calculer. Nous avons rencontré des difficultés lors de cette analyse, notamment, concernant la disposition des pastilles réfléchissantes. Ces dernières ont été disposées sur des repères anatomiques bien distincts reconnus et validés.

Cependant, lors de l'analyse vidéo la sensibilité du logiciel était telle, qu'il y avait une certaine marge d'erreur propre à l'emplacement des pastilles. Même si nous avons essayé de reproduire, à l'identique, les conditions pré et post protocole (même salle, même horaire, même disposition des caméras, étalonnage de l'espace de marche), la difficulté de suivi de trajectoire des pastilles a contribué à cette marge d'erreur. Lors de l'analyse post protocole, nous avons eu plus de mal à suivre la trajectoire des pastilles en raison du gain de vitesse de l'enfant rendant la prise d'angle plus ardue. Le calcul d'une moyenne d'angle sur 15 phases d'appuis et 15 phases d'oscillations, pour chaque segment, a permis de diminuer cette marge d'erreur. Nous nous permettons, ainsi, de proposer quelques suggestions afin d'améliorer et de standardiser cette analyse :

- ✚ Respecter les mêmes conditions d'analyse : éclairage, périmètre de marche, horaires, ...etc ;
- ✚ Etalonnage de l'espace de marche en pré et post protocole avec hauteur caméras-sol identique, distance caméras-périmètre de marche identique ;
- ✚ Utiliser des caméras de même marque avec les mêmes caractéristiques techniques ;
- ✚ Définir avec précision les moments de prise d'angle lors des phases d'appuis et d'oscillations dans le but d'une reproductibilité inter et intra- évaluateur.

Le TCMS nous a permis d'évaluer le contrôle postural de l'enfant. Cet outil s'est avéré des plus adéquats quant à notre étude. Il est focalisé sur le tronc et regroupe toutes les composantes abordées lors de la proposition de nos exercices. Nous avons remarqué que sur les instructions du TCMS, les auteurs précisent que les membres inférieurs de l'enfant ne doivent pas être en appui lors des différents items. Cet aspect du TCMS rejoint notre réflexion sur la stratégie d'équilibre descendante utilisée lorsque le cadre de référence est le vecteur gravitaire et non la surface d'appui. Le TCMS nécessite une capacité à comprendre les consignes. Bien que la majorité des items restent facilement compréhensibles, il est difficile de proposer cette échelle à de jeunes enfants souffrant de troubles cognitifs. L'item sur la rotation du tronc inférieur aurait pu bénéficier d'une explication ou d'une illustration plus explicite. La rotation du tronc supérieur ne fait pas le distinguo entre droite et gauche ce qui constitue pour nous un aspect manquant du TCMS sachant que chez les enfants PC on peut retrouver des différences au niveau de ces rotations. Le TCMS pourrait constituer un outil

précieux et indispensable aux praticiens lors du bilan diagnostique kinésithérapique des enfants atteints de PC.

Le biais majeur de notre travail est la taille de l'échantillon. Notre travail a porté sur un essai clinique comprenant un seul enfant PC. Le temps imparti et la difficulté de la mise en place d'un tel protocole en sont les principales causes. Même si l'amélioration du contrôle postural après protocole sur Rody reste indéniable, nous sommes conscient que le fait de ne pas avoir une population d'enfants PC plus importante et de la comparer à un groupe contrôle ne nous permet ni de confirmer, ni d'infirmer nos hypothèses. Cependant, cela nous encourage à mettre en place un protocole de type essai contrôlé randomisé qui répondrait aux exigences nécessaires à la validation du protocole Rody.

L'utilisation de simulateurs équestres a été décrite dans la littérature en alternative de l'hippothérapie (17,70,71) mais nous n'avons retrouvé aucune étude, à ce jour, utilisant le cheval gonflable sauteur dans le cadre d'une rééducation du contrôle postural chez les enfants atteints de paralysie cérébrale. Notre travail constitue donc une première en la matière en proposant une alternative se voulant ludique, accessible à tous et applicable aussi bien en cabinet libéral, dans les centres de rééducation qu'à domicile.

Les hypothèses exposées nous ont incité à n'inclure que les enfants ayant une marche sans aides techniques GMFCS I et II. En sortant du contexte de notre étude, nous pouvons très bien imaginer étendre le protocole à des enfants souffrant d'un handicap moteur plus important. Le protocole Rody pourrait prétendre participer à l'amélioration du contrôle postural en position assise des enfants GMFCS IV-V. Une récente étude s'est intéressée aux effets fonctionnels d'un entraînement segmental du tronc et de la tête chez les enfants PC GMFCS III, IV et V (72). L'étude n'a pas retrouvé de différence entre une rééducation conventionnelle et une rééducation segmentale du tronc et de la tête. Cependant, les oscillations antéro-postérieures du tronc étaient significativement différentes entre les groupes (72). Il nous paraît intéressant de voir les effets que pourrait avoir un protocole Rody dans les atteintes modérées à sévères chez les enfants atteints de PC.

Tout l'intérêt de l'utilisation du Rody résidait dans sa capacité à se rapprocher des bienfaits de l'hippothérapie. Nous savons, pertinemment, qu'un cheval gonflable ne pourra en aucun cas se substituer aux mouvements d'un vrai cheval, ainsi qu'à l'impact psychologique

d'une proximité entre ce dernier et l'enfant atteint de PC. Lors de nos séances, l'enfant a, cependant et contre toute attente, montré une affection particulière pour Rody même si celui-ci n'était qu'un cheval gonflable. Les séances étaient organisées de sorte à ce que l'enfant ne puisse pas se retrouver dans une routine qui aurait pu le désintéresser du protocole. Pour cela, nous avons mis en place des jeux ludiques divers et variés. Les Rody-Games décrits ne constituent qu'une partie de ce qui a été effectué lors des 8 semaines de suivi. Nous avons au fur et à mesure enrichi le panel d'exercices (en forme de jeux ludiques) avec le principe de solliciter les segments axiaux par des tâches orientées. Nous trouvons indispensable de pouvoir allier une approche ludique au but d'obtenir des résultats thérapeutiques chez cette population. L'utilisation de la réalité virtuelle s'avère être un outil qui pourrait être adapté au Rody. Plusieurs études se sont intéressées à ce genre d'approche chez les enfants atteints de PC (73–79). En faisant l'inventaire de ce que propose le marché dans ce domaine, nous pensons que la Kinect® est l'outil le mieux adapté à une application sur le Rody. La Kinect® est un produit Microsoft© conçu pour permettre l'interaction d'un joueur dans une réalité virtuelle sans utilisation d'une commande manuelle. La Kinect® détecte les mouvements du corps entier en temps réel afin de contrôler un avatar. L'association entre la Kinect® et Rody permettra de susciter l'intérêt des enfants et d'enrichir le panel d'exercices en utilisant des jeux respectant les principes de notre protocole.

8. CONCLUSION

Un programme de rééducation ciblant les segments axiaux et utilisant un cheval gonflable peut améliorer le contrôle postural en position assise et les paramètres qualitatifs et quantitatifs de la marche des enfants atteints de paralysie cérébrale GMFCS I et II. Néanmoins, notre étude ne s'appuie que sur un seul cas et ne peut constituer une représentation de l'ensemble de cette population. Des études plus poussées comprenant un échantillon plus important et une méthodologie adaptée sont nécessaires pour valider nos hypothèses. Notre souhait serait que les prochaines études puissent valider le protocole Rody comme un outil à part entière de rééducation du contrôle postural des enfants atteints de PC. Cette validation permettrait l'accès à un outil ludique, peu onéreux et applicable en toutes circonstances que ce soit en centre de rééducation, en cabinet libéral ou à domicile.

BIBLIOGRAPHIE

1. Massion J. Movement, posture and equilibrium: Interaction and coordination. *Prog Neurobiol.* 1992;38(1):35-56.
2. Massion J. Postural control system. *Curr Opin Neurobiol.* déc 1994;4(6):877-87.
3. Assaiante C. Development of locomotor balance control in healthy children. *Neurosci Biobehav Rev.* 1998;22(4):527-532.
4. Rachwani J, Santamaria V, Saavedra SL, Wood S, Porter F, Woollacott MH. Segmental trunk control acquisition and reaching in typically developing infants. *Exp Brain Res.* juill 2013;228(1):131-9.
5. Massion J. Postural control systems in developmental perspective. *Neurosci Biobehav Rev.* 1998;22(4):465-472.
6. Assaiante C, Mallau S, Viel S, Jover M, Schmitz C. Development of postural control in healthy children: a functional approach. *Neural Plast.* 2005;12(2-3):109-118.
7. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl.* 2007;109(suppl 109):8-14.
8. Saavedra S, Woollacott M, van Donkelaar P. Head stability during quiet sitting in children with cerebral palsy: effect of vision and trunk support. *Exp Brain Res.* févr 2010;201(1):13-23.
9. Heyrman L, Feys H, Molenaers G, Jaspers E, Monari D, Nieuwenhuys A, et al. Altered trunk movements during gait in children with spastic diplegia: Compensatory or underlying trunk control deficit? *Res Dev Disabil.* sept 2014;35(9):2044-52.
10. Heyrman L, Desloovere K, Molenaers G, Verheyden G, Klingels K, Monbaliu E, et al. Clinical characteristics of impaired trunk control in children with spastic cerebral palsy. *Res Dev Disabil.* janv 2013;34(1):327-34.
11. Curtis DJ, Butler P, Saavedra S, Bencke J, Kallemose T, Sonne-Holm S, et al. The central role of trunk control in the gross motor function of children with cerebral palsy: a retrospective cross-sectional study. *Dev Med Child Neurol.* avr 2015;57(4):351-7.
12. Desloovere K, Heyrman L. Trunk control in children with cerebral palsy: where are we now? *Dev Med Child Neurol.* avr 2015;57(4):310-1.
13. Saavedra SL, Woollacott MH. Segmental Contributions to Trunk Control in Children With Moderate-to-Severe Cerebral Palsy. *Arch Phys Med Rehabil.* juin 2015;96(6):1088-97.
14. Saether R, Helbostad JL, Adde L, Brændvik S, Lydersen S, Vik T. Gait characteristics in children and adolescents with cerebral palsy assessed with a trunk-worn accelerometer. *Res Dev Disabil.* juill 2014;35(7):1773-81.

15. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice. Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
16. Dewar R, Love S, Johnston LM. Exercise interventions improve postural control in children with cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*. déc 2014;n/a-n/a.
17. Herrero P, Gómez-Trullén EM, Asensio Á, García E, Casas R, Monserrat E, et al. Study of the therapeutic effects of a hippotherapy simulator in children with cerebral palsy: a stratified single-blind randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2012;26(12):1105–1113.
18. Zadnikar M, Kastrin A. Effects of hippotherapy and therapeutic horseback riding on postural control or balance in children with cerebral palsy: a meta-analysis: Review. *Dev Med Child Neurol*. août 2011;53(8):684-91.
19. Baik K, Byeun J-K, Baek J-K. The effects of horseback riding participation on the muscle tone and range of motion for children with spastic cerebral palsy. *J Exerc Rehabil*. 31 oct 2014;10(5):265-70.
20. Encheff JL, Armstrong C, Masterson M, Fox C, Gribble P. Hippotherapy Effects on Trunk, Pelvic, and Hip Motion During Ambulation in Children With Neurological Impairments: *Pediatr Phys Ther*. 2012;24(3):242-50.
21. Tseng S-H, Chen H-C, Tam K-W. Systematic review and meta-analysis of the effect of equine assisted activities and therapies on gross motor outcome in children with cerebral palsy. *Disabil Rehabil*. janv 2013;35(2):89-99.
22. Woollacott M, Shumway-Cook A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait Posture*. 2002;16(1):1–14.
23. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing*. 1 sept 2006;35(Supplement 2):ii7-ii11.
24. Nashner LM ;McCollum Gin. The organization of human postural movements: A formal basis and experimental synthesis. *Behav Brain Sci*. 1 janv 1985;8(1):135.
25. Assaiante C, Amblard B. An ontogenetic model for the sensorimotor organization of balance control in humans. *Hum Mov Sci*. juin 1995;14(1):13-43.
26. Sankar C, Mundkur N. Cerebral palsy-definition, classification, etiology and early diagnosis. *Indian J Pediatr*. 2005;72(10):865–868.
27. Oskoui M, Coutinho F, Dykeman J, Jetté N, Pringsheim T. An update on the prevalence of cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Dev Med Child Neurol*. juin 2013;55(6):509-19.
28. Sellier E, Platt MJ, Andersen GL, Krägeloh-Mann I, De La Cruz J, Cans C, et al. Decreasing prevalence in cerebral palsy: a multi-site European population-based study, 1980 to 2003. *Dev Med Child Neurol*. janv 2016;58(1):85-92.

29. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Le système de classification de la fonction motrice globale de la paralysie cérébrale. *Dev Med Child Neurol.* 1997;39:214–223.
30. Saether R, Helbostad JL, Adde L, Braendvik S, Lydersen S, Vik T. The relationship between trunk control in sitting and during gait in children and adolescents with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* avr 2015;57(4):344-50.
31. Heyrman L, Feys H, Molenaers G, Jaspers E, Van de Walle P, Monari D, et al. Reliability of head and trunk kinematics during gait in children with spastic diplegia. *Gait Posture.* mars 2013;37(3):424-9.
32. Moraes AG, Copetti F, Angelo VR, Chiavoloni LL, David AC. The effects of hippotherapy on postural balance and functional ability in children with cerebral palsy. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(8):2220–2226.
33. Kwon J-Y, Chang HJ, Lee JY, Ha Y, Lee PK, Kim Y-H. Effects of Hippotherapy on Gait Parameters in Children With Bilateral Spastic Cerebral Palsy. *Arch Phys Med Rehabil.* mai 2011;92(5):774-9.
34. Heyrman L, Molenaers G, Desloovere K, Verheyden G, De Cat J, Monbaliu E, et al. A clinical tool to measure trunk control in children with cerebral palsy: The Trunk Control Measurement Scale. *Res Dev Disabil.* nov 2011;32(6):2624-35.
35. Heyrman L, Feys H, Molenaers G, Jaspers E, Monari D, Meyns P, et al. Three-dimensional head and trunk movement characteristics during gait in children with spastic diplegia. *Gait Posture.* sept 2013;38(4):770-6.
36. Neptune RR, Kautz SA, Zajac FE. Contributions of the individual ankle plantar flexors to support, forward progression and swing initiation during walking. *J Biomech.* 2001;34(11):1387–1398.
37. Rigby BR, Grandjean PW. The Efficacy of Equine-Assisted Activities and Therapies on Improving Physical Function. *J Altern Complement Med.* janv 2016;22(1):9-24.
38. McGibbon NH, Benda W, Duncan BR, Silkwood-Sherer D. Immediate and Long-Term Effects of Hippotherapy on Symmetry of Adductor Muscle Activity and Functional Ability in Children With Spastic Cerebral Palsy. *Arch Phys Med Rehabil.* juin 2009;90(6):966-74.
39. Kwon J-Y, Chang HJ, Yi S-H, Lee JY, Shin H-Y, Kim Y-H. Effect of Hippotherapy on Gross Motor Function in Children with Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *J Altern Complement Med.* janv 2015;21(1):15-21.
40. Park ES, Rha D-W, Shin JS, Kim S, Jung S. Effects of Hippotherapy on Gross Motor Function and Functional Performance of Children with Cerebral Palsy. *Yonsei Med J.* 2014;55(6):1736.
41. Herrero P, Asensio Á, García E, Marco Á, Oliván B, Ibarz A, et al. Study of the therapeutic effects of an advanced hippotherapy simulator in children with cerebral palsy: a randomised controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2010;11(1):71.

42. Temcharoensuk P, Lekskulchai R, Akamanon C, Ritruetchai P, Sutcharitpongsa S. Effect of horseback riding versus a dynamic and static horse riding simulator on sitting ability of children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(1):273–277.
43. Brunton LK, Bartlett DJ. Validity and reliability of two abbreviated versions of the Gross Motor Function Measure. *Phys Ther* [Internet]. 2011 [cité 24 mars 2015]; Disponible sur: <http://ptjournal.apta.org/content/early/2011/02/24/ptj.20100279.short>
44. Butler PB, Saavedra S, Sofranac M, Jarvis SE, Woollacott MH. Refinement, Reliability, and Validity of the Segmental Assessment of Trunk Control: *Pediatr Phys Ther*. 2010;22(3):246–57.
45. Salem Y, Godwin EM. Effects of task-oriented training on mobility function in children with cerebral palsy. *NeuroRehabilitation*. 2009;24(4):307–13.
46. Katz-Leurer M, Rotem H, Keren O, Meyer S. The effects of a 'home-based' task-oriented exercise programme on motor and balance performance in children with spastic cerebral palsy and severe traumatic brain injury. *Clin Rehabil*. 1 août 2009;23(8):714–24.
47. Cabanas-Valdés R, Cuchi GU, Bagur-Calafat C. Trunk training exercises approaches for improving trunk performance and functional sitting balance in patients with stroke: a systematic review. *NeuroRehabilitation*. 2013;33(4):575–592.
48. Saether R, Helbostad JL, Riphagen II, Vik T. Clinical tools to assess balance in children and adults with cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*. nov 2013;55(11):988–99.
49. Bañas BB, Gorgon EJR. Clinimetric Properties of Sitting Balance Measures for Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review. *Phys Occup Ther Pediatr*. août 2014;34(3):313–34.
50. Rathinam C, Bateman A, Peirson J, Skinner J. Observational gait assessment tools in paediatrics – A systematic review. *Gait Posture*. juin 2014;40(2):279–85.
51. Read HS, Hazlewood ME, Hillman SJ, Prescott RJ, Robb JE. Edinburgh visual gait score for use in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 2003;23(3):296–301.
52. del Pilar Duque Orozco M, Abousamra O, Church C, Lennon N, Henley J, Rogers KJ, et al. Reliability and validity of Edinburgh visual gait score as an evaluation tool for children with cerebral palsy. *Gait Posture*. sept 2016;49:14–8.
53. Viehweger E, Pfund LZ, Hélix M, Rohon M-A, 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*. nov 2010;53(9):535–46.
54. Ong AML, Hillman SJ, Robb JE. Reliability and validity of the Edinburgh Visual Gait Score for cerebral palsy when used by inexperienced observers. *Gait Posture*. août 2008;28(2):323–6.

55. Wu G, Siegler S, Allard P, Kirtley C, Leardini A, Rosenbaum D, et al. ISB recommendation on definitions of joint coordinate system of various joints for the reporting of human joint motion—part I: ankle, hip, and spine. *J Biomech.* 2002;35(4):543–548.
56. Leardini A, Sawacha Z, Paolini G, Ingrosso S, Nativo R, Benedetti MG. A new anatomically based protocol for gait analysis in children. *Gait Posture.* oct 2007;26(4):560–71.
57. Fitzgerald D, Hickey C, Delahunty E, Walsh M, O'Brien T. Six-Minute Walk Test in Children With Spastic Cerebral Palsy and Children Developing Typically: *Pediatr Phys Ther.* 2016;28(2):192–9.
58. Bartels B, De Groot JF, Terwee CB. The six-minute walk test in chronic pediatric conditions: a systematic review of measurement properties. *Phys Ther.* 2013;
59. Nsenga Leunkeu A, Shephard RJ, Ahmaidi S. Six-Minute Walk Test in Children With Cerebral Palsy Gross Motor Function Classification System Levels I and II: Reproducibility, Validity, and Training Effects. *Arch Phys Med Rehabil.* déc 2012;93(12):2333–9.
60. Thompson P, Beath T, Bell J, Jacobson G, Phair T, Salbach NM, et al. Test-retest reliability of the 10-metre fast walk test and 6-minute walk test in ambulatory school-aged children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* mai 2008;50(5):370–6.
61. Laboratories AC on PS for CPF. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(1):111.
62. Moissenet F, Armand S. Qualitative and quantitative methods of assessing gait disorders. 2015;
63. Eken MM, Harlaar J, Dallmeijer AJ, de Waard E, van Bennekom CAM, Houdijk H. Squat test performance and execution in children with and without cerebral palsy. *Clin Biomech.* janv 2017;41:98–105.
64. Tan MG, Tea YC, Ho J-H, Goh H-T, Ng HK, Kong I. A motion sensor network for quantitative gait measurement. *World J Eng.* déc 2015;12(6):619–26.
65. Shiratori T, Girolami GL, Aruin AS. Anticipatory postural adjustments associated with a loading perturbation in children with hemiplegic and diplegic cerebral palsy. *Exp Brain Res [Internet].* 20 juin 2016 [cité 29 août 2016]; Disponible sur: <http://link.springer.com/10.1007/s00221-016-4699-0>
66. Borges MBS, Werneck MJ da S, Silva M de L da, Gandolfi L, Pratesi R. Therapeutic effects of a horse riding simulator in children with cerebral palsy. *Arq Neuropsiquiatr.* 2011;69(5):799–804.
67. El-Shamy SM. Effect of Whole-Body Vibration on Muscle Strength and Balance in Diplegic Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *Am J Phys Med Rehabil.* févr 2014;93(2):114–21.

68. Moraes AG, Copetti F, Angelo VR, Chiavoloni LL, David AC. The effects of hippotherapy on postural balance and functional ability in children with cerebral palsy. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(8):2220–2226.
69. Willerslev-Olsen M, Andersen JB, Sinkjaer T, Nielsen JB. Sensory feedback to ankle plantar flexors is not exaggerated during gait in spastic hemiplegic children with cerebral palsy. *J Neurophysiol.* 15 févr 2014;111(4):746–54.
70. Kim K-H, Kim S-G, Hwangbo G. The effects of horse-riding simulator exercise and Kendall exercise on the forward head posture. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(4):1125–1127.
71. Kim S, Yuk G, Gak H. Effects of the horse riding simulator and ball exercises on balance of the elderly. *J Phys Ther Sci.* 2013;25(11):1425.
72. Curtis DJ, Woollacott M, Bencke J, Lauridsen HB, Saavedra S, Bandholm T, et al. The functional effect of segmental trunk and head control training in moderate-to-severe cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Dev Neurorehabilitation.* 3 janv 2017;1–10.
73. Tarakci D, Ersoz Huseyinsinoglu B, Tarakci E, Razak Ozdincler A. Effects of Nintendo Wii-Fit[®] video games on balance in children with mild cerebral palsy: Balance therapy in cerebral palsy. *Pediatr Int.* oct 2016;58(10):1042–50.
74. Luna-Oliva L, Ortiz-Gutiérrez RM, Cano-de la Cuerda R, Piédrola RM, Alguacil-Diego IM, Sánchez-Camarero C, et al. Kinect Xbox 360 as a therapeutic modality for children with cerebral palsy in a school environment: a preliminary study. *NeuroRehabilitation.* 2013;33(4):513–521.
75. Bonnechère B, Jansen B, Omelina L, Van Sint Jan S. The use of commercial video games in rehabilitation: a systematic review. *Int J Rehabil Res.* déc 2016;39(4):277–90.
76. Bonnechère B, Omelina L, Jansen B, Van Sint Jan S. Balance improvement after physical therapy training using specially developed serious games for cerebral palsy children: preliminary results. *Disabil Rehabil.* 13 févr 2017;39(4):403–6.
77. Pool SM, Hoyle JM, Malone LA, Cooper L, Bickel CS, McGwin G, et al. Navigation of a virtual exercise environment with Microsoft Kinect by people post-stroke or with cerebral palsy. *Assist Technol.* oct 2016;28(4):225–32.
78. Zoccolillo L, Morelli D, Cincotti F, Muzzioli L, Gobbetti T, Paolucci S, et al. Video-game based therapy performed by children with cerebral palsy: a cross-over randomized controlled trial and a cross-sectional quantitative measure of physical activity. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2015;51(6):669–76.
79. Sajan JE, John JA, Grace P, Sabu SS, Tharion G. Wii-based interactive video games as a supplement to conventional therapy for rehabilitation of children with cerebral palsy: A pilot, randomized controlled trial. *Dev Neurorehabilitation.* 15 nov 2016;1–7.

ANNEXES

Annexe I : LE SYSTÈME DE CLASSIFICATION DE LA FONCTION MOTRICE GLOBALE DE LA PARALYSIE CÉRÉBRALE

Robert Palisano, Peter Rosenbaum, Stephen Walter, Dianne Russell, Ellen Wood, Barbara Galuppi

Traduit par : Louise Koclas, pédiatre et France Toupin, physiothérapeute

Référence : *Dev Med Child Neurol* 1997; 39 :214-223

INTRODUCTION & INSTRUCTIONS POUR L'UTILISATEUR

Le système de classification de la fonction motrice globale de la paralysie cérébrale repose sur les mouvements **volontaires spontanés** particulièrement le **contrôle de la position assise et de la marche**. Le choix d'un système de classification à 5 niveaux a été influencé par notre critère principal soit : les niveaux doivent présenter entre eux des différences cliniques significatives de la fonction motrice. **Les différences** entre les niveaux de fonction motrice globale reposent sur **les difficultés fonctionnelles**, le **besoin de technologie d'appoint, incluant les aides techniques à la marche (tels que marchettes, béquilles et cannes) et base roulante** et beaucoup moins sur la **qualité des mouvements**. Le niveau I regroupe les enfants ayant des incapacités neuromotrices dont les difficultés sont moindres que celles habituellement associées à la paralysie cérébrale, et des enfants qui ont reçu traditionnellement le diagnostic de «déficit cérébral mineur » ou « paralysie cérébrale de sévérité minimale. Les différences entre les niveaux I et II sont donc moins évidentes qu'entre les autres niveaux, surtout pour les enfants de moins de 2 ans d'âge chronologique.

L'objectif est de situer les capacités motrices et les difficultés fonctionnelles actuelles de l'enfant dans le niveau approprié. Toute l'importance est accordée à la performance habituelle de l'enfant dans son environnement familial tel qu'à son domicile, à l'école et dans la communauté. Il est donc primordial d'utiliser la performance habituelle (et non la meilleure performance) et d'éviter d'extrapoler le pronostic. Rappelez-vous que l'objectif est de classer la fonction motrice globale actuelle de l'enfant et non pas de juger la qualité du mouvement ou le potentiel d'amélioration !

Les descriptions des 5 niveaux sont générales et ne tentent pas de décrire en détail la fonction motrice de chaque enfant. Par exemple, un enfant ayant une hémiplégié qui est incapable de se déplacer à 4 pattes, mais qui par ailleurs correspond à la description du niveau I, serait classé dans le niveau I. L'échelle est ordinale, sans prétendre que l'écart entre les niveaux soit égal ou que les enfants ayant la paralysie cérébrale soient répartis également entre les 5 niveaux. Un résumé des différences entre les niveaux successifs est disponible pour faciliter le classement le plus conforme à la performance globale actuelle de l'enfant.

L'énoncé de chaque niveau décrit le niveau maximal de performance que l'enfant démontrera lorsqu'il aura entre 6 et 12 ans d'âge chronologique. Nous sommes conscients que la classification de la fonction motrice évolue avec l'âge, tout particulièrement chez le nourrisson et le bambin. Chacun des niveaux est donc divisé en différents groupes d'âges avec des descriptions distinctes. Les capacités et difficultés fonctionnelles pour chaque groupe d'âge servent de guide et non pas d'explication ou de normes. **Les enfants prématurés de moins de 2 ans devraient être classés selon leur âge corrigé.**

Nous avons tenté de mettre l'accent sur les capacités fonctionnelles de l'enfant plutôt que sur ses difficultés. Donc, généralement, la fonction motrice globale des enfants capables de faire les activités décrites dans un niveau donné sera fort probablement classée à ce niveau ou à un niveau supérieur. À l'opposé, la fonction motrice globale des enfants incapables de faire les activités décrites dans un niveau particulier sera sûrement classée dans un niveau inférieur à celui-ci.

LE SYSTÈME DE CLASIFICATION DE LA FONCTION MOTRICE GLOBALE DE LA PARALYSIE CÉRÉBRALE

NIVEAU I

Marche sans limitation; difficultés dans les activités de motricité globale complexes.

Avant l'âge de 2 ans : Les bambins peuvent prendre, maintenir ou quitter la position assise au sol avec les deux mains libres pour manipuler des objets. Ils se déplacent à quatre pattes, se lèvent debout avec un appui surélevé et font des pas le long des meubles. La marche autonome est acquise entre 18 mois et 2 ans sans avoir besoin d'aide technique.

Entre 2 et 4 ans : Les enfants tiennent assis au sol, les deux mains libres pour manipuler des objets. Ils s'assoient et se relèvent du sol vers la station debout sans l'aide de l'adulte. Leur mode de déplacement préféré est la marche sans aide technique.

Entre 4 et 6 ans : Les enfants s'assoient et se relèvent et tiennent assis sur une chaise sans l'aide de leurs mains. Ils se relèvent du sol et d'une chaise sans l'aide d'un objet sur lequel s'appuyer. Ils se déplacent en marchant à l'intérieur et à l'extérieur et montent /descendent les escaliers. Émergence de la course et des sauts.

Entre 6 et 12 ans : Les enfants se déplacent en marchant à l'intérieur et à l'extérieur, montent/descendent les escaliers sans difficultés. Ils réalisent les activités de motricité globale complexes comme courir et sauter mais la vitesse, l'équilibre et la coordination sont diminuées.

NIVEAU II

Marche sans aide technique; difficultés à la marche à l'extérieur et dans la communauté.

Avant l'âge de 2 ans : Les bambins tiennent assis au sol mais peuvent avoir besoin de s'appuyer sur leurs mains pour garder leur équilibre. Ils rampent ou se déplacent à quatre pattes. Ils peuvent peut-être se lever debout avec un appui surélevé et faire des pas le long des meubles.

Entre 2 et 4 ans : Les enfants tiennent assis au sol mais peuvent éprouver des difficultés avec leur équilibre lorsqu'ils utilisent leurs deux mains pour manipuler des objets. Ils prennent la position assise et la quittent sans l'aide de l'adulte. Ils se lèvent debout en prenant appui sur une surface stable. Ils marchent à quatre pattes avec des mouvements dissociés, marchent le long des meubles et se déplacent surtout en marchant à l'aide d'une aide technique à la marche.

Entre 4 et 6 ans : Les enfants s'assoient sur une chaise avec leurs mains libres pour manipuler des objets. Ils se relèvent du sol et d'une chaise vers la station debout mais ont souvent besoin d'une surface stable pour pousser ou tirer avec leur bras. Ils se déplacent en marchant sans aide technique à l'intérieur et sur de courtes distances sur des terrains plats à l'extérieur. Ils montent/ descendent les escaliers tenant une rampe mais sont incapables de courir ou de sauter.

Entre 6 et 12 ans : Les enfants se déplacent en marchant à l'intérieur et à l'extérieur, montent/descendent les escaliers tenant une rampe mais présentent des difficultés à la marche sur des terrains accidentés ou sur un plan incliné ainsi que dans les foules ou les espaces restreints. Au mieux, ils ont des performances pauvres dans des activités motrices globales telles que la course et les sauts.

NIVEAU III

Marche avec une aide technique ; difficultés à la marche à l'extérieur et dans la communauté.

Avant l'âge de 2 ans : Les bambins tiennent assis au sol lorsque le bas du dos est supporté. Ils roulent et rampent.

Entre 2 et 4 ans : Les enfants tiennent assis au sol souvent en position « W » (assis entre les jambes fléchies et en rotation internes) et peuvent nécessiter l'aide de l'adulte pour prendre la position assise. Ils rampent ou marchent à quatre pattes (souvent sans dissociation des jambes) comme principal moyen de se déplacer. Ils peuvent peut-être se lever debout en prenant appui sur une surface stable et marcher de courtes distances le long des meubles. Ils peuvent peut-être marcher sur de courtes distances avec une aide technique à la marche à l'intérieur et nécessitent l'aide de l'adulte pour se diriger.

Entre 4 et 6 ans : Les enfants s'assoient sur une chaise ordinaire, cependant la fonction des mains peut être maximisée s'il y a un support au niveau du bassin ou du tronc. Ils s'assoient sur une chaise et se relèvent en utilisant une surface stable pour pousser ou tirer avec leur bras. Ils se déplacent en marchant avec une aide technique à la marche sur des terrains plats et montent/ descendent les escaliers avec l'aide de l'adulte. Ils sont fréquemment transportés par l'adulte sur les longs déplacements ou à l'extérieur sur des terrains accidentés.

Entre 6 et 12 ans : Les enfants se déplacent en marchant avec une aide technique à la marche à l'intérieur ou à l'extérieur sur des terrains plats. Ils peuvent peut-être monter/ descendre les escaliers tenant une rampe. Selon la capacité fonctionnelle de leur bras, ils se déplacent seul avec un fauteuil roulant manuel ou sont transportés par l'adulte sur les longs déplacements ou à l'extérieur sur des terrains accidentés.

NIVEAU IV

Se déplace seul avec difficultés ; les enfants sont transportés par l'adulte ou utilise une base roulante électrique à l'extérieur et dans la communauté.

Avant l'âge de 2 ans : Les bambins ont un contrôle de tête mais requiert un support au tronc lorsque assis au sol. Ils se tournent sur le dos et peuvent peut-être se retourner sur le ventre.

Entre 2 et 4 ans : Les enfants tiennent assis lorsque placés ainsi mais ne peuvent pas garder leur alignement et équilibre sans l'aide de leurs mains. Ils requièrent fréquemment une aide à la posture lorsque assis et debout. Ils se déplacent seul sur de courtes distances (à l'intérieur d'une pièce) en roulant, rampant ou en marchant à quatre pattes sans dissociation des jambes.

Entre 4 et 6 ans : Les enfants tiennent assis sur une chaise adaptée pour améliorer le contrôle tronculaire et pour maximiser la fonction de leurs mains. Ils s'assoient sur une chaise et se relèvent avec l'aide de l'adulte ou en utilisant une surface stable pour pousser ou tirer avec leur bras. Au mieux, ils peuvent marcher avec une marchette et la supervision de l'adulte mais ils éprouvent des difficultés à tourner et à maintenir leur équilibre sur des terrains accidentés. Ils sont transportés par l'adulte dans la communauté. Certains vont se déplacer avec un fauteuil roulant électrique.

Entre 6 et 12 ans : Les enfants peuvent maintenir le niveau fonctionnel acquis avant l'âge de 6 ans ou dépendre davantage d'une base roulante à la maison, à l'école et dans la communauté. Certains vont se déplacer avec un fauteuil roulant électrique.

NIVEAU V

L'autonomie dans les déplacements est sévèrement compromise même en utilisant une technologie d'appoint

Avant l'âge de 2 ans : Les incapacités physiques limitent le contrôle volontaire du mouvement. Les bambins sont incapables de soutenir des positions anti-gravitaires au niveau de leur tête et de leur tronc en couché ventral et assis. Ils dépendent de l'adulte pour rouler.

Entre 2 et 12 ans : Les incapacités physiques entravent le contrôle volontaire du mouvement et la capacité de soutenir des positions anti-gravitaires au niveau de leur tête et de leur tronc. Tous les aspects de la fonction motrice sont limités. Les difficultés fonctionnelles en position assise et debout ne sont pas complètement compensées par l'utilisation d'équipement adapté et de technologie d'appoint. Au niveau V, les enfants sont complètement dépendants au niveau des déplacements et sont transportés par l'adulte. Quelques enfants réussissent à devenir autonomes en utilisant un fauteuil roulant motorisé largement adapté.

NUANCES ENTRE LES NIVEAUX I ET II

Lorsque nous comparons les enfants de ces deux niveaux, ceux du niveau II présentent des difficultés dans l'aisance de leur performance lors des transitions de positions ; dans la marche à l'extérieur et dans la communauté ; l'entraînement initial à la marche avec une aide technique à la marche ; la qualité de leurs mouvements et leur capacité de performer dans des activités motrices globales telles que la course et les sauts.

NUANCES ENTRE LES NIVEAUX II ET III

Nous voyons des différences dans le degré d'autonomie fonctionnelle. Les enfants du niveau III requiert une aide technique à la marche et fréquemment des orthèses pour marcher tandis que les enfants du niveau II n'utilisent plus d'aide technique à la marche après l'âge de 4 ans.

NUANCES ENTRE LES NIVEAUX III ET IV

Des différences existent dans les capacités de tenir assis et de se déplacer même en utilisant beaucoup de technologie d'appoint. Les enfants du niveau III s'assoient et se déplacent au sol de façon autonome, et se déplacent en marchant avec une aide technique à la marche. Les enfants du niveau IV ont une certaine fonction lorsque assis (normalement avec support) mais l'autonomie dans les déplacements est très limitée. Les enfants du niveau IV sont plus sujets à être transportés par l'adulte ou à utiliser une base roulante électrique

NUANCES ENTRE LES NIVEAUX IV ET V

Les enfants du niveau V ne sont même pas autonome dans le contrôle des positions de base anti-gravitaire. L'autonomie dans les déplacements est possible seulement si l'enfant est capable d'apprendre le contrôle d'un fauteuil roulant électrique.

Ce travail a reçu l'appui de l'*Easter Seal Research Institute* et du *Programme national de Recherche et de*

Développement en matière de Santé.

La distribution du Système de Classification de la Fonction Motrice globale de la Paralyse Cérébrale a été rendue possible grâce à une subvention de la fondation américaine United Cerebral Palsy Research and Educational Foundation, États-Unis.

Conception graphique: Dawn Whitwell

Traduit par: Louise Koclas, Pédiatre et France Toupin, physiothérapeute

Pour le Centre de réadaptation Marie Enfant de l'Hôpital Sainte-Justine

5200 rue Bélanger Est

Montréal (Québec) Canada H1T 1C9

Tél. : (514) 374-1710

Télec : (514-374-7911

www.hsj.qc/CRME

CanChild Centre for Childhood Disability Research

(Anciennement connu sous le nom de Recherche clinique en neurologie du développement) Université McMaster,
Département des sciences de la santé

Édifice Institute for Applied Health Science, bureau #408

1400, Main Street West, Hamilton ON L8S 1C7 Canada

Tél.: 905-525-9140 ext. 27850

Télec.: 905-522-6095

Courriel: canchild@mcmaster.ca

Website: www.canchild.ca



CanChild Centre for Childhood Disability Research
Institute for Applied Health Sciences, McMaster University,
1400 Main Street West, Room 408, Hamilton, ON, Canada L8S 1C7
Tel: 905-525-9140 ext. 27850 Fax: 905-524-0069
E-mail: canchild@mcmaster.ca Website: www.canchild.ca

GMFCS – E & R

Le Système de Classification de la Fonction Motrice Globale Étendu, Revu et Corrigé

GMFCS - E & R © 2007 CanChild Centre for Childhood Disability Research, McMaster University
Robert Palisano, Peter Rosenbaum, Doreen Bartlett, Michael Livingston

GMFCS © 1997 CanChild Centre for Childhood Disability Research, McMaster University
Robert Palisano, Peter Rosenbaum, Stephen Walter, Dianne Russell, Ellen Wood, Barbara Galuppi
(Reference: Dev Med Child Neurol 1997;39:214-223)

**Traduit par : Laurent Bourcheix, chirurgien pédiatre et
Vincent Gautheron, médecin de médecin physique et de réadaptation**

INTRODUCTION ET INSTRUCTIONS POUR L'UTILISATEUR

Le système de classification de la fonction motrice globale (GMFCS) pour la Paralyse Cérébrale est basé sur les mouvements volontaires, en mettant l'accent sur la station assise, les transferts et la mobilité. Dans la définition de ce système de classification à 5 niveaux, notre premier critère, qui permet la distinction entre les différents niveaux s'inspire des activités de la vie de tous les jours. Les différences sont basées sur les limitations ou restrictions fonctionnelles, l'appel aux aides techniques à la marche (comme un déambulateur, des cannes anglaises, ou des béquilles) ou à un appareillage de mobilité sur roues et non pas basées sur la qualité du mouvement. Les distinctions décrites entre les niveaux 1 et 2 ne sont, en aucune manière superposables aux nuances faites pour distinguer les autres niveaux entre eux, tout particulièrement chez les enfants de moins de 2 ans.

La version étendue de cette classification (GMFCS E&R; 2007) inclut une tranche d'âge supplémentaire : les adolescents de 12 à 18 ans. Elle met l'accent sur les concepts inhérents à la Classification Internationale du handicap, du Fonctionnement et de la santé (CIF), éditée sous l'égide de l'OMS. Nous encourageons les utilisateurs à être bien conscients de l'importance que peuvent avoir les paramètres personnels et environnementaux sur ces enfants et ces adolescents, sur ce qu'ils sont capables de faire lors d'une observation directe ou ce qui est relaté par eux. L'objectif principal de cette classification de la fonction motrice globale (GMFCS E&R) est de déterminer quel est le niveau décrivant le mieux les capacités et les restrictions fonctionnelles globales de l'enfant ou de l'adolescent. L'accent est porté sur les performances habituelles observées à domicile, à l'école ou en collectivité (= ce que font réellement les enfants et adolescents) et non pas ce qu'on leur prête, en termes de capacité au meilleur de leur forme. Il est cependant important de classer les performances habituelles de motricité globale et ne pas y inclure l'appréciation subjective qu'on peut avoir de la qualité du mouvement ou des hypothèses d'amélioration fonctionnelle.

L'intitulé de chaque niveau indique le mode de déplacement qui caractérise au mieux la performance réalisée après l'âge de 6 ans. La description des capacités et des restrictions fonctionnelles pour chaque tranche d'âge n'est pas exhaustive et ne peut pas prétendre décrire l'ensemble des fonctions de chaque enfant ou adolescent. Par exemple, un enfant hémiplégique qui est incapable de faire du quatre pattes, mais qui par ailleurs répond aux critères du niveau I (c'est-à-dire qu'il peut tirer sur ses bras pour se mettre debout et marcher), devrait être classé au niveau I. Cette échelle est ordinale, sans prétendre que les écarts entre les différents niveaux soient égaux ni que les enfants souffrant d'une Paralyse Cérébrale se répartissent de manière homogène parmi les 5 niveaux. Un résumé décrivant les distinctions qui existent entre deux niveaux consécutifs est fourni, afin de vous aider au classement de chaque enfant ou adolescent dans le niveau qui se rapproche le plus de ses performances

courantes de motricité globale.

Nous devons admettre le fait que l'expression clinique de la motricité globale est dépendante de l'âge, tout particulièrement chez le nourrisson et le petit enfant. Pour chaque niveau, différentes descriptions sont fournies selon la tranche d'âge. Pour les enfants, anciens prématurés, il faudra prendre en compte l'âge corrigé et ce, jusqu'à l'âge légal de 2 ans. La description des modes de mobilité qui s'appliquent aux tranches d'âges : 6-12 ans et 12-18 ans, reflète l'influence potentielle qu'ont les facteurs environnementaux (comme les trajets parcourus à l'école ou en collectivité) et les facteurs personnels (énergie requise pour réaliser un effort et affinités sociales).

Nous mettons l'accent sur les capacités fonctionnelles plutôt que sur les restrictions fonctionnelles. Ainsi on doit admettre pour principe général que pour un niveau fonctionnel donné, si l'enfant parvient à réaliser les activités décrites, il sera alors classé à ce niveau ou au niveau au-dessus ; à l'inverse, si un enfant ou un adolescent ne parvient pas à réaliser les activités décrites, il sera alors classé au niveau inférieur.

DÉFINITIONS D'USAGES

Déambulateur avec assise et soutien du tronc : Il s'agit d'une aide technique qui soutient la ceinture pelvienne (assise) et le tronc. L'enfant ou l'adolescent est installé dans le déambulateur par une autre personne.

Aide technique à la marche : Canes, béquilles, déambulateurs avec appui antérieur ou postérieur, sans soutien du tronc lors de la marche.

Assistance physique : Une autre personne aide physiquement l'enfant ou l'adolescent à se déplacer.

Aide motorisée : L'enfant ou l'adolescent actionne lui-même le joystick ou le bouton électrique de démarrage lui permettant ainsi d'être indépendant pour se déplacer. L'équipement en question peut être constitué par un fauteuil roulant électrique, un scooter électrique ou tout autre type d'équipement motorisé.

Fauteuil roulant manuel auto propulsé : L'enfant ou l'adolescent utilise l'ensemble de son membre supérieur y compris ses mains ou bien ses pieds, pour actionner les roues et ainsi se déplacer en fauteuil.

Déplacé : Une autre personne pousse l'aide technique à la mobilité (comme un fauteuil roulant manuel, une poussette, ou encore un landau) afin de déplacer l'enfant ou l'adolescent, d'un endroit à l'autre.

Marche : Sans indication particulière, ce terme signifie que la marche s'effectue sans assistance physique de la part d'une tierce personne et sans l'assistance d'une aide technique à la marche. Une orthèse (comme une attelle ou autre appareillage orthopédique) peut être portée.

Mobilité sur roues : Ce terme fait référence à tous les types d'aides techniques munis de roues qui permettent les déplacements (comme une poussette, un fauteuil roulant manuel ou électrique).

RUBRIQUE GÉNÉRALE POUR CHAQUE NIVEAU

Niveau I : Marche sans restriction de mouvements

Niveau II : Marche avec restriction de mouvements

Niveau III : Marche avec aide technique à la marche

Niveau IV : Mobilité autonome avec restriction des mouvements ; peut utiliser une aide motorisée.

Niveau V : Déplacement en fauteuil roulant manuel, poussé par un adulte.

DISTINCTIONS ENTRE DEUX NIVEAUX CONSÉCUTIFS

Distinctions entre les niveaux I et II : En comparaison avec les enfants et les adolescents classés au niveau I, ceux classés au niveau II présentent des restrictions à la marche pour les longs trajets et le maintien de leur équilibre ; ils peuvent recourir à une aide technique à la marche lors de l'apprentissage de celle-ci ; ils peuvent avoir recours à un équipement de mobilité sur roues, quand ils réalisent de longs trajets à l'extérieur et en collectivité ; ils prennent appui sur une main courante lorsqu'ils gravissent ou descendent des marches ; et ne sont pas capable de courir et de sauter aussi bien que les enfants ou adolescents classés en niveau I.

Distinctions entre les niveaux II et III : Les enfants (âgés de plus de 4 ans) et les adolescents classés au niveau II sont capables de marcher sans aide technique à la marche (cependant ils peuvent éventuellement choisir de l'utiliser de temps en temps). Les enfants et adolescents classés au niveau III ont besoin d'une aide technique à la marche pour se déplacer en intérieur et utilisent un équipement de mobilité sur roues pour leurs déplacements à l'extérieur et en collectivité.

Distinctions entre les niveaux III et IV : Les enfants et adolescents classés au niveau III s'assoient seuls ou requièrent tout au plus une assistance limitée de la part d'un tiers, ils sont plus indépendants lors des transferts qui exigent un passage en station érigée et marchent avec une aide technique. Les enfants et adolescents classés au niveau IV conservent une fonction motrice lorsqu'ils sont assis (habituellement avec support) mais leur autonomie de déplacement est limitée. Ces enfants et ces adolescents classés au niveau IV sont plus enclins à être déplacés en fauteuil roulant, ou utilisent une aide motorisée.

Distinctions entre les niveaux IV et V : Les enfants et adolescents classés au niveau V présentent de sévères restrictions du contrôle postural de la tête et du tronc et requièrent une assistance technologique importante, ainsi qu'une assistance physique. Leur mobilité autonome ne peut se réaliser qu'après avoir appris à manœuvrer un fauteuil électrique.

Le Système de Classification de la Fonction Motrice Globale Étendu, Revu et Corrigé (GMFCS – E & R)

AVANT LE 2^{ÈME} ANNIVERSAIRE

Niveau I : Les nourrissons peuvent s'asseoir et se relever de la station assise, se maintenir assis au sol sans l'aide des mains, leur permettant ainsi de manipuler des objets. Ces nourrissons font du quatre pattes, s'appuient sur un meuble avec leurs mains pour se relever et gravir des marches. Ces nourrissons acquièrent la marche entre l'âge de 18 mois et 2 ans sans aucune aide technique à la marche.

Niveau II : Les nourrissons se maintiennent assis au sol mais peuvent éventuellement avoir besoin de prendre appui sur leurs mains afin de conserver leur équilibre postural. Ces nourrissons rampent sur le ventre ou font du quatre pattes. Ils peuvent éventuellement prendre appui sur un meuble avec leurs mains pour se relever et gravir des marches.

Niveau III : Les nourrissons maintiennent la position assise au sol quand le bas du dos est maintenu. Ces nourrissons se roulent par terre et rampent vers l'avant sur le ventre.

Niveau IV : Les nourrissons conservent la tenue de la tête mais requièrent le maintien postural du tronc en position assise au sol. Ces nourrissons peuvent rouler sur le côté pour se mettre sur le dos et éventuellement, rouler sur le côté pour se mettre sur le ventre.

Niveau V : Les incapacités physiques limitent le contrôle volontaire du mouvement. Les nourrissons sont incapables de maintenir le contrôle postural anti gravitique de la tête et du tronc en décubitus ventral et en station assise. Ces nourrissons requièrent l'assistance physique d'un adulte pour se rouler par terre.

ENTRE LE 2^{ÈME} ET LE 4^{ÈME} ANNIVERSAIRE

Niveau I : Les enfants se maintiennent assis au sol sans l'aide de leurs mains, leur permettant ainsi de manipuler des objets. Les mouvements leur permettant de s'asseoir et de se relever pour se mettre debout sont réalisés sans l'assistance d'un adulte. Ces enfants choisissent la marche comme mode de déplacement préféré sans avoir recours à une aide technique à la

marche, quelle qu'elle soit.

Niveau II : Les enfants se maintiennent assis au sol mais peuvent avoir des difficultés pour contrôler leur posture, lorsque leurs deux mains sont occupées à manipuler des objets. Les mouvements leur permettant de s'asseoir et de se relever sont réalisés sans l'assistance d'un adulte. Ces enfants prennent appui sur un plan stable pour se relever. Ils font du quatre pattes selon un schéma de réciprocité (deux à deux avec coordination bras/jambe), déambulent lentement le long des meubles en prenant appui sur ceux-ci ; leur mode de déambulation préféré est la marche avec une aide technique à la marche.

Niveau III : Les enfants se maintiennent assis au sol, souvent en position dite de la grenouille ("*Sitting frog*", assis les fesses entre les cuisses, les hanches en rotation interne et les genoux fléchis) et peuvent éventuellement avoir recours à l'assistance d'un adulte pour s'installer en position assise. Ces enfants rampent sur le ventre ou font du quatre pattes (souvent en asymétrie des mouvements des membres inférieurs) ceci représente leur mode principal de déplacement. Ils peuvent éventuellement prendre appui sur une surface stable pour se relever et déambuler lentement sur de courtes distances. Ils peuvent éventuellement marcher sur de courtes distances en intérieur avec une aide technique à la marche (déambulateur) et avec l'assistance d'un adulte pour se diriger et tourner.

Niveau IV : Les enfants peuvent se tenir assis au sol après qu'on les a installés, mais ils sont incapables de maintenir leur alignement et leur équilibre sans prendre appui au sol avec leurs mains. Ces enfants requièrent assez souvent un équipement adapté pour maintenir la position assise ou la station érigée. Une mobilité autonome pour de courtes distances (dans une chambre) est réalisée par roulades au sol, en rampant sur le ventre, ou encore à quatre pattes avec asymétrie des mouvements des membres inférieurs.

Niveau V : Les incapacités physiques restreignent le contrôle volontaire des mouvements et la faculté de maintenir le contrôle postural anti gravitique de la tête et du tronc. Tous les domaines de la motricité sont limités. Les limites fonctionnelles en position assise et lors de la station érigée ne sont pas entièrement compensées par l'utilisation d'équipements adaptés et de technologies d'assistance. Au niveau V, ces enfants n'ont aucun moyen leur permettant une autonomie de déplacement et sont déplacés par un adulte. Quelques enfants conservent tout de même une mobilité autonome, grâce à un fauteuil électrique auquel sont adjointes de multiples adaptations techniques.

ENTRE LE 4^{ÈME} ET LE 6^{ÈME} ANNIVERSAIRE

Niveau I : Les enfants s'assoient et se relèvent d'une chaise et y restent assis, sans prendre appui avec leurs mains. Ces enfants se relèvent du sol ou d'une chaise pour se mettre debout sans prendre appui sur des objets. Ils marchent à l'intérieur comme à l'extérieur, gravissent et descendent des marches. Les capacités à courir et à sauter commencent à apparaître.

Niveau II : Les enfants maintiennent la position assise sur une chaise sans l'aide des mains, leur permettant ainsi de manipuler des objets. Ces enfants se mettent debout à partir d'une station au sol ou depuis une chaise sur laquelle ils sont assis, mais ils requièrent souvent l'aide d'une surface stable pour s'y appuyer ou se hisser avec leurs bras. Ils marchent sans l'assistance d'aide technique à la marche en intérieur et pour de courtes distances à l'extérieur sur terrain plat. Ils gravissent des marches en prenant appui sur une main courante, mais sont incapables de courir ou de sauter.

Niveau III : Les enfants s'assoient sur une chaise standard mais doivent bénéficier d'un support pour le maintien de la ceinture pelvienne et du tronc, afin d'optimiser leur fonction manuelle. Ces enfants s'assoient et se relèvent d'une chaise en utilisant une surface stable pour s'y appuyer ou se hisser avec leurs bras. Ils marchent avec une aide technique à la marche sur une surface plane et gravissent des marches avec l'assistance d'un adulte. Ils sont le plus souvent déplacés en fauteuil roulant par un adulte, pour de longs trajets, ou en extérieur sur un terrain accidenté.

Niveau IV : Les enfants s'assoient sur une chaise mais ont besoin d'un siège adapté pour le contrôle de la posture du tronc, afin d'optimiser leur fonction manuelle. Ces enfants s'assoient et se relèvent d'une chaise avec l'assistance d'un adulte ou en utilisant une surface stable pour s'y appuyer ou se hisser avec leurs bras. Ils peuvent éventuellement, tout au plus marcher sur de courtes distances à l'aide d'un déambulateur et sous la surveillance d'un adulte, mais ils ont des difficultés à tourner et à maintenir leur équilibre sur une surface accidentée. Ces enfants sont déplacés par un adulte en collectivité. Ils peuvent éventuellement réaliser des déplacements autonomes, grâce à un fauteuil roulant électrique.

Niveau V : Les incapacités physiques restreignent le contrôle volontaire du mouvement et la faculté de maintenir le contrôle postural anti gravitique de la tête et du tronc. Tous les domaines de la motricité sont limités. Les restrictions fonctionnelles en position assise et en station érigée ne sont pas entièrement compensées par l'utilisation d'équipements adaptés et de technologies d'assistance. Au niveau V, ces enfants n'ont aucun moyen leur permettant une autonomie de déplacement et sont déplacés par un adulte. Quelques enfants conservent tout de même une mobilité autonome grâce à un fauteuil électrique auquel sont adjointes de multiples adaptations techniques.

ENTRE LE 6^{ÈME} ET LE 12^{ÈME} ANNIVERSAIRE

Niveau I : Les enfants marchent à domicile, à l'école, à l'extérieur et en collectivité. Ces enfants sont capables de monter et de descendre d'un trottoir sans assistance et de gravir et de descendre des marches sans utiliser une main courante. Ils réalisent des performances de motricité globale comme courir et sauter, mais la vitesse d'exécution, le maintien de l'équilibre et la coordination des mouvements sont limités. Ces enfants peuvent éventuellement participer à des activités physiques et sportives ; celles-ci dépendent de leurs choix personnels et des facteurs environnementaux.

Niveau II : Les enfants marchent dans la plupart des situations. Ces enfants peuvent éventuellement être confrontés à des difficultés pour marcher sur de longues distances et maintenir leur équilibre en terrain accidenté, sur des plans inclinés, au milieu de la foule, au sein d'espaces confinés ou encore lorsqu'ils portent des objets. Ils gravissent et descendent des marches en prenant appui sur une main courante ou, si elle est absente, avec une assistance physique. À l'extérieur et en collectivité, ces enfants peuvent éventuellement marcher, soit avec une assistance physique, soit avec une aide technique à la marche, ou encore utilisent un équipement de mobilité sur roues pour parcourir de longues distances. Ces enfants présentent au mieux une activité minimale pour effectuer des performances de motricité globale comme courir et sauter. Les restrictions pour effectuer des performances de motricité globale peuvent éventuellement nécessiter des adaptations techniques afin de rendre possible une participation à des activités physiques et sportives.

Niveau III : Les enfants utilisent une aide technique à la marche dans la plupart des situations, en intérieur. Lorsqu'ils sont assis, ces enfants peuvent éventuellement avoir recours à une ceinture de sécurité pour leur permettre un alignement de la ceinture pelvienne et le maintien de leur équilibre. Les transferts qui consistent à passer de la station assise à érigée, ou d'une station au sol à érigée, requièrent l'assistance physique de la part d'un tiers ou la présence d'un support stable sur lequel l'enfant puisse prendre appui. Lorsqu'ils effectuent de longs déplacements, ils utilisent un équipement de mobilité sur roues. Ces enfants peuvent gravir ou descendre des marches en prenant appui sur une main courante sous la surveillance d'un adulte ou avec une assistance physique. Les restrictions à la marche peuvent nécessiter des adaptations techniques afin de rendre possible la participation à des activités physiques et sportives ; ce qui comprend aussi le fait de propulser son fauteuil roulant manuel ou d'utiliser une aide motorisée.

Niveau IV : Les enfants utilisent des modes de déplacement qui requièrent une assistance physique ou une aide motorisée pour la plupart des situations. Ces enfants requièrent un siège adapté pour le contrôle postural de la ceinture pelvienne et du tronc et une assistance physique pour la plupart des transferts. À domicile, ils utilisent un mode de déplacement au sol (en roulade, en se trainant, ou en rampant), marchent sur de courtes distances avec une assistance physique, ou utilisent une aide motorisée. Une fois installés, ces enfants peuvent utiliser un déambulateur avec une assise et un soutien du tronc et ce, à domicile et à l'école. À l'école, en extérieur ou en collectivité, ils sont déplacés en fauteuil roulant manuel poussé par un adulte, ou utilisent une aide motorisée. Les restrictions de mobilité rendent nécessaires des adaptations techniques, afin de permettre la participation à des activités physiques et sportives ; ce qui comprend aussi le fait d'avoir recours à une assistance physique et/ou une aide motorisée.

Niveau V : Les enfants sont déplacés en fauteuil roulant manuel poussé par un adulte au cours de toutes les situations. Ces enfants sont limités dans la faculté de maintenir le contrôle postural anti gravitique de la tête et du tronc et le contrôle volontaire des mouvements des bras et des jambes. Une technologie d'assistance est mise en place, afin d'améliorer l'alignement de la tête, l'assise, la station érigée et/ou la mobilité, mais les restrictions ne sont pas entièrement compensées par l'équipement. Les transferts requièrent l'assistance totale de la part d'un adulte. À domicile, ces enfants peuvent éventuellement se déplacer au sol sur de courtes distances où doivent être portés par un adulte. Ils peuvent éventuellement réaliser des déplacements autonomes en utilisant une aide motorisée, associée à de multiples adaptations techniques pour l'assise et l'accessibilité. Les restrictions de mobilité rendent nécessaires des adaptations techniques, afin de permettre la participation à des activités physiques et sportives ; ce qui comprend aussi le fait d'avoir recours à une assistance physique et à l'utilisation d'une aide motorisée.

ENTRE LE 12^{ÈME} ET LE 18^{ÈME} ANNIVERSAIRE

Niveau I : Les adolescents marchent à domicile, à l'école, à l'extérieur et en collectivité. Ces adolescents sont capables de monter et de descendre d'un trottoir sans assistance et de gravir et descendre des marches sans utiliser une main courante. Ils effectuent des performances de motricité globale comme courir et sauter, mais la vitesse d'exécution, le maintien de l'équilibre et la coordination des mouvements sont limités. Ces adolescents peuvent éventuellement participer à des activités physiques et sportives, celles-ci dépendent de leurs choix personnels et des facteurs environnementaux.

Niveau II : Les adolescents marchent dans la plupart des situations. Des facteurs environnementaux et des préférences personnelles influencent leurs choix du mode de déplacement. On entend par facteurs environnementaux : un terrain accidenté, des plans inclinés, de longs trajets, des exigences chronométrées, la météo et la tolérance des autres adolescents du même âge. À l'école ou au travail, ces adolescents peuvent éventuellement marcher avec une aide technique à la marche par sécurité. En extérieur et en collectivité, les adolescents peuvent éventuellement utiliser un équipement de mobilité sur roues pour parcourir de longues distances. Ils gravissent et descendent des marches en prenant appui sur une main courante, dans le cas où celle-ci serait manquante, avec une assistance physique. Les restrictions pour effectuer des performances de motricité globale peuvent nécessiter des adaptations techniques afin de rendre possible une participation à des activités physiques et sportives.

Niveau III : Les adolescents sont capables de marcher en utilisant une aide technique à la marche. Par comparaison, vis à vis des autres adolescents, ceux classés au niveau III font preuve d'une variabilité plus grande dans l'emploi des méthodes de déplacements, celles-ci dépendent de leur capacité physique propre, des facteurs environnementaux et personnels. Lorsqu'ils sont assis, ces adolescents peuvent éventuellement avoir recours à une ceinture de sécurité pour leur permettre un alignement de la ceinture pelvienne et le maintien de l'équilibre. Les transferts, qui consistent à passer de la station assise à érigée, ou d'une station au sol à érigée, requièrent l'assistance physique de la part d'un tiers ou la présence d'un support stable sur lequel l'adolescent puisse prendre appui. À l'école, ces adolescents peuvent éventuellement propulser leur fauteuil roulant manuel ou utiliser une aide motorisée. À l'extérieur et en collectivité, ils sont déplacés en fauteuil roulant où ils utilisent une aide motorisée. Ces adolescents peuvent éventuellement gravir et descendre des marches en prenant appui sur une main courante sous surveillance ou avec une assistance physique. Les restrictions à la marche peuvent éventuellement nécessiter des adaptations techniques, afin de rendre possible la participation à des activités physiques et sportives ; qui comprennent aussi le fait de propulser son fauteuil roulant manuel ou d'utiliser une aide motorisée.

Niveau IV : Les adolescents utilisent un équipement de mobilité sur roues pour se déplacer dans la plupart des situations. Ces adolescents requièrent un siège adapté pour le contrôle postural de la ceinture pelvienne et du tronc. Pour les transferts, ils requièrent l'assistance d'une ou deux personnes. Afin d'aider lors des transferts, ces adolescents peuvent éventuellement supporter leur poids du corps en station érigée. En intérieur, ils peuvent parcourir de courts trajets avec une assistance physique, utiliser un équipement de mobilité sur roues, ou après avoir été installé, ils utilisent un déambulateur avec assise et maintien du tronc. Ces adolescents sont physiquement capables de manœuvrer un fauteuil roulant électrique. Quand l'emploi d'un fauteuil roulant électrique s'avère impossible ou que celui-ci est indisponible, ils sont déplacés en fauteuil roulant manuel par un adulte. Les restrictions de mobilité rendent nécessaires des adaptations techniques, afin de permettre la participation à des activités physiques et sportives ; ce qui comprend aussi le fait d'avoir recours à une assistance physique et/ou à une aide motorisée.

Niveau V : Les adolescents sont déplacés en fauteuil roulant manuel dans toutes les situations. Ces adolescents sont limités dans leur capacité à maintenir le contrôle postural anti gravitique de la tête et du tronc et pour le contrôle volontaire des mouvements des bras et des jambes. Une technologie d'assistance est mise en place afin d'améliorer l'alignement de la tête, l'assise, la station érigée et/ou la mobilité mais les restrictions ne sont pas entièrement compensées par l'équipement. Les transferts requièrent une assistance totale de la part d'un adulte, ou l'utilisation d'un lève malade mécanique. Ils peuvent réaliser des déplacements autonomes en utilisant une aide motorisée, associée à de multiples adaptations techniques pour l'assise et l'accessibilité. Les restrictions de mobilité rendent nécessaires des adaptations techniques, afin de permettre la participation à des activités physiques et sportives ; ce qui comprend aussi le fait d'avoir recours à une assistance physique et à l'utilisation d'une aide motorisée.

ANNEXE II: Formulaire d'information et de consentement

1. Titre de l'étude :

Mise en place d'un protocole de rééducation ciblant les segments axiaux (tronc) afin d'améliorer le contrôle postural (équilibre) statique et dynamique.

2. Invitation à participation :

Madame, Monsieur,

Dans le cadre d'un mémoire de recherche de **Mr FENEK.N** étudiant 3^{ème} année en Masso-kinésithérapie, nous sollicitons, avec votre autorisation, la participation de [REDACTED]. Nous vous invitons à lire ce formulaire qui vous détaille en quoi consiste l'étude. N'hésitez pas à poser des questions s'il y a un aspect de l'étude qui vous paraît nécessaire de développer.

3. But de l'étude :

Le but de l'étude est d'améliorer le contrôle postural (équilibre) statique et dynamique de [REDACTED] par la mise en place d'un protocole de rééducation qui s'intéressera aux segments axiaux à savoir : le tronc et la tête.

Le protocole propose des exercices ludiques (jeux avec ballons, mouvements de gymnastique,...etc.) effectués sur un Cheval gonflable : RODY

4. Déroulement du protocole :

Le protocole se déroulera au CMPRE Flavigny sur Moselle. Il sera suivi par un étudiant en 3^{ème} année de masso kinésithérapie **Mr FENEK.N**, et **Mme RIDET Camille** kinésithérapeute de [REDACTED].

Le protocole s'étalera sur une durée de 8 semaines à raison de 2 séances par semaine. Chaque séance a une durée de 45min où Clara sera mise sur le gentil et affectueux RODY avec réalisation d'exercices ludiques.

Des tests seront effectués en début et en fin de protocole afin de rendre compte de son efficacité. Ces tests consistent en une échelle d'évaluation du contrôle du tronc ainsi qu'une analyse de la marche. Les tests ainsi que le protocole sont totalement **NON INVASIFS**.

ANNEXE II: Formulaire d'information et de consentement

5. Bénéfices de l'étude :

Cette étude pourrait permettre l'amélioration de l'équilibre de [REDACTED] en position assise en statique et en dynamique ainsi que sa qualité de marche.

La participation de [REDACTED] améliorera les connaissances et éventuellement la prise en charge kinésithérapique des enfants atteints de paralysie cérébrale.

6. Enregistrements vidéo et photographies :

Il est possible que certaines séances soient enregistrées sur vidéos et que des photographies soient prises. Nous aimerions pouvoir utiliser ces dernières, avec votre permission, à des fins d'analyse des données recueillies, de présentations lors de la rédaction du mémoire et de la soutenance de celui-ci. Il n'est cependant pas nécessaire de consentir à ce volet pour participer au présent projet. Si vous refusez, les enregistrements et les photographies concernant [REDACTED] seront détruits à la fin de l'étude dans le respect de la confidentialité.

Formulaire d'information et de consentement

Nous autorisez-vous à utiliser les photographies et enregistrements vidéos à des fins d'analyse des données recueillies, de présentations lors de la rédaction du mémoire et de la soutenance de celui-ci?

OUI Si OUI, souhaiteriez-vous que le visage de [REDACTED] soit flouté ? OUI NON
NON flouté

5. En cas de questions ou de difficultés, avec qui peut-on communiquer ?

FONBARON Juciel

Pour toutes informations ou questions supplémentaires, vous pouvez contacter MR FENEK.N:

fenek.nad@hotmail.fr

Mme RIDET Camille: camille.ridet@sante-lorraine.fr

6. Consentement libre et éclairé :

Je, FONBARON Juciel ASS famille (Nom et prénom) déclare avoir lu et compris le présent formulaire et j'en ai reçu un exemplaire. Je comprends la nature et le motif de la participation de [REDACTED] au protocole de recherche.

Par la présente, j'accepte librement la participation de [REDACTED]

Signature précédée par la mention « Lu et approuvé »

Lu et approuvé:

Fait à Buce Le 26/01/2017

ANNEXE III: Bilan

+ **Bilan de la douleur** : 0/10 (échelle numérique)

+ **Bilan articulaire** :

| Cheville | Genou fléchi | Genou tendu |
|------------------------|--------------|-------------|
| Flexion dorsale droite | 10° | 5° |
| Flexion dorsale gauche | 5° | 0° - 5° |

Genoux : RAS / hanches : RAS

+ **Hypoextensibilité** :

Quadriceps : droit et gauche

Ischios jambien : 90 + 35 ° en bilatéral

+ **Commande motrice** :

| | <i>Droit</i> | <i>Gauche</i> |
|-----------------------------------|------------------|------------------|
| <i>Flexion hanche</i> | Held : 5 | Held : 4 |
| <i>Extension hanche</i> | Held : 4 | Held : 4 |
| <i>Rotation interne hanche</i> | Held : 3 | Held : 2 |
| <i>Rotation externe hanche</i> | Held : 3 | Held : 2 |
| <i>Abduction hanche</i> | Held : 3 CMS : 1 | Held : 3 CMS : 1 |
| <i>Adduction hanche</i> | Held : 4 | Held : 4 |
| <i>Flexion genou</i> | Held : 5 | Held : 4 |
| <i>Extension genou</i> | Held : 4 | Held : 4 |
| <i>Flexion dorsal cheville</i> | Boyd : 4 | Boyd : 3 |
| <i>Flexion plantaire cheville</i> | Held : 4 | Held : 3 |
| <i>Flexion orteils</i> | Held : 4 | Held : 1 |

Angle mort : 5° à droite / 10° à gauche

Spasticité : soléaire à 1 sur l'échelle de la spasticité d'Ashworth bilatéralement

ANNEXE III: Bilan

Bilan fonctionnelle :

- Appareillage : Releveur à gauche et attelle suro-pédieuse de nuit à gauche
- Escalier : avec une rampe

- Préhension : fine et globale
- NEM : acquis
- AVQ : autonome
- Equilibre : Bipodal acquis

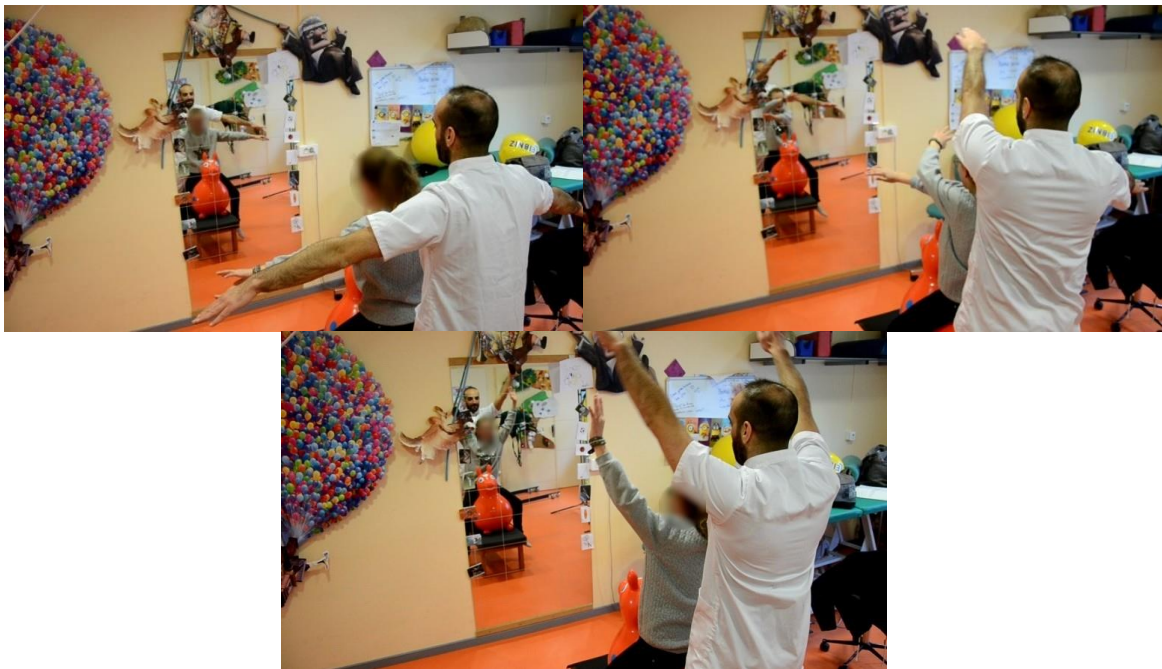
Unipodal : 10s droit / 3s gauche

- Bending test : RAS

ANNEXE IV: Rody games



Rody Check



Rodymnastique

ANNEXE IV: Rody games



Rodyball



Rody volley

ANNEXE IV: Rody games



Rody target

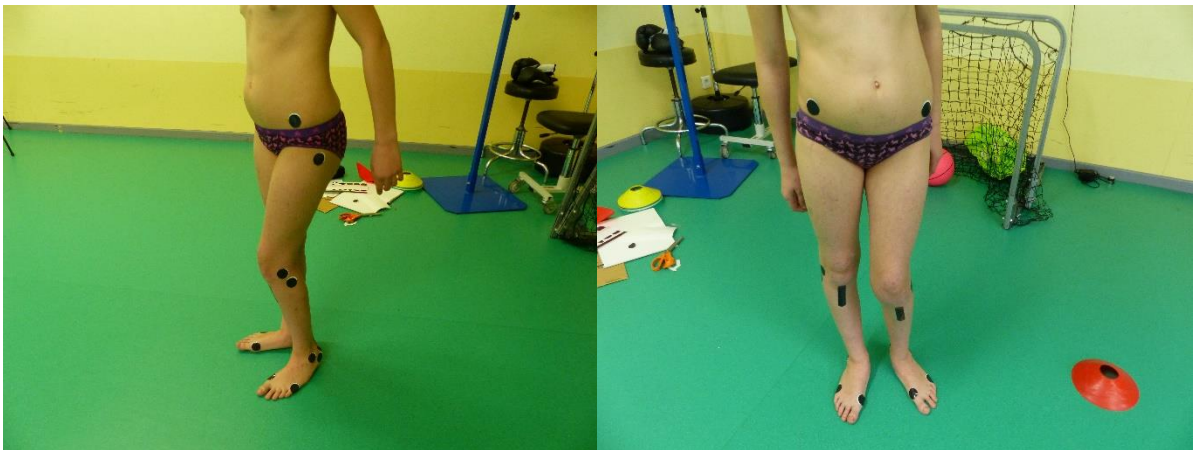


Rody Circus

ANNEXE IV: TCMS et emplacement des marqueurs



TCMS



Pastilles réfléchissantes

ANNEXE V: Trunk Control Measurement Scale

Test instructions

Orthoses, shoes and/or a trunk brace should be taken off.

The starting position is the same for each item. The patient is sitting on the edge of a treatment table without back, arm or feet support. The thighs make full contact with the table.

The hands rest on the legs, close to the body. The patient is asked to sit upright at the start of each item and needs to be encouraged to maintain the upright position during the performance of the task. The term 'upright' refers to the most upright sitting position that the child can assume. This position can differ from child to child. This position is the reference position for identification of aberrations in performance and/or compensations.

Each item is performed three times. The best performance is taken into account for scoring.

If the child performs the tasks of subscale 'static sitting balance' with single arm support, only support with the hand flat on the table without grasping is allowed.

TCMS PRE-protocole Date: **16/01/2017**

| STATIC SITTING BALANCE | | | |
|-------------------------------|---|--|---|
| Item | Testing procedure: Each item is verbally explained to the patient and demonstrated by the tester if needed. | Bilat/ Left | Right |
| 1 | Starting position (unsupported sitting, hands on legs) Patient is instructed to sit upright and hold this position for 10 seconds | Patient falls or can only maintain upright sitting with double arm support <input type="checkbox"/> 0 Patient can only maintain upright sitting with single arm support for 10 sec <input type="checkbox"/> 1 Patient can maintain upright sitting without arm support for 10 sec <input checked="" type="checkbox"/> 2 <i>If score = 0, then total score = 0</i> | |
| 2 | Starting position Patient lifts both arms at eye height in one second and returns to starting position | Patient falls or can not lift arms <input type="checkbox"/> 0 Patient can lift arms without falling but with compensations. Possible compensations are: (1) backward lean, (2) increase of trunk flexion, (3) lateral flexion, (4) other <input type="checkbox"/> 1 Patient lifts arms without compensations <input checked="" type="checkbox"/> 2 | |
| 3 | Starting position Therapist crosses one leg over the other leg | Patient falls, can not cross legs or can only maintain sitting with double arm support <input type="checkbox"/> 0 Patient can maintain sitting with single arm support for 10 sec <input type="checkbox"/> 1 Patient can maintain sitting without arm support for 10 sec <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 |
| 4 | Starting position Patient crosses one leg over the other leg (assistance with one hand is allowed) 'minimal' = small trunk movements without signs of imbalance of trunk during movement of leg 'clear' = clear signs of imbalance i.e. lateral flexion or flexion of trunk | Patient falls, can not cross legs or can only cross legs with double arm support <input type="checkbox"/> 0 Patient can only cross legs with single arm support <input type="checkbox"/> 1 Patient crosses legs without arm support but with clear trunk displacement <input checked="" type="checkbox"/> 2 Patient crosses legs with minimal trunk displacement <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 |

ANNEXE V: Trunk Control Measurement Scale

| | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---|--|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 5 | <p>Starting position Patient abducts one leg over 10 cm and returns to starting position (10 cm width=width of the knee) 'minimal' = small trunk movements without signs of imbalance of trunk during movement of leg 'clear' = clear signs of imbalance i.e. lateral flexion or flexion of trunk</p> | <p>Patient falls, can not abduct leg or can only abduct leg with double arm support</p> <p>Patient can only abduct leg with single arm support</p> <p>Patient abducts leg without arm support but with clear trunk displacement</p> <p>Patient abducts leg with minimal trunk displacement</p> | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 0</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 1</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/> 2</td> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/> 2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 3</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 3</td> </tr> </table> | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 3 |
| <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 0 | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 1 | | | | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 3 | | | | | | | | | | |

Total static sitting balance

16 /20

DYNAMIC SITTING BALANCE

Selective movement control

Testing procedure: First, each item is verbally explained and demonstrated by the tester. Secondly, the item is demonstrated on the patient with manual guidance. Thirdly, the patient is asked to perform the expected movement under manual guidance of the tester. Then, the patient performs the item on its own in three attempts.

| | | Bilat/ Left | Right | | | | |
|---------------------------------------|---|---|---|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 6a | <p>Starting position - arms crossed over chest Patient is instructed to lean forward with a fixed trunk for approximately 45° and return to starting position normal righting reaction of the head i.e. limited head extension is not scored as a compensation</p> | <p>Patient falls or can not reach target position</p> <p>Patient can lean forward</p> <p><i>If score = 0, then item 6b = 0</i></p> | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 0</td> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/> 1</td> </tr> </table> | <input type="checkbox"/> 0 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | | |
| <input type="checkbox"/> 0 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | | | | | | |
| 6b | <p>Patient compensates (1) increased head extension, (2) increased trunk flexion, (3) increased lumbar lordosis, (4) increased knee flexion, (5) other</p> <p>Patient leans forward without compensations</p> | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 0</td> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/> 1</td> </tr> </table> | <input type="checkbox"/> 0 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | | | |
| <input type="checkbox"/> 0 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | | | | | | |
| 7a | <p>Starting position - arms crossed over chest Patient is instructed to lean backward with a fixed trunk for approximately 45° and return to starting position normal righting reaction of the head i.e. limited head flexion is not scored as a compensation</p> | <p>Patient falls or can not reach target position</p> <p>Patient can lean backward</p> <p><i>If score = 0, then item 7b = 0</i></p> | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 0</td> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/> 1</td> </tr> </table> | <input type="checkbox"/> 0 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | | |
| <input type="checkbox"/> 0 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | | | | | | |
| 7b | <p>Patient compensates (1) increased head flexion, (2) increased trunk flexion, (3) increased knee extension, (4) other</p> <p>Patient leans backward without compensations</p> | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/> 0</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 1</td> </tr> </table> | <input checked="" type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | | | | | | |
| 8a | <p>Starting position Patient is instructed to touch the table with the elbow at level of the femoral head (by shortening the ipsilateral side and lengthening the contralateral side) and return to starting position</p> | <p>Patient falls or does not touch the table with the elbow</p> <p>Patient can touch the table with the elbow</p> <p><i>If score = 0, then item 8b and 8c = 0</i></p> | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 0</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/> 1</td> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/> 1</td> </tr> </table> | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 0 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 |
| <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 0 | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | | | | | | |

ANNEXE V: Trunk Control Measurement Scale

| | | | | |
|-----|--|---|---|---|
| 8b | | Patient demonstrates (1) no shortening/lengthening or (2) opposite shortening/lengthening Patient demonstrates expected shortening/lengthening <i>If score = 0, then item 8c = 0</i> | <input checked="" type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 |
| 8c | | Patient compensates: (1) increased trunk flexion, (2) forward or backward lean, (3) pelvic lift, (4) other Patient touches the table without compensations | <input checked="" type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 |
| 9a | Starting position Patient is instructed to <u>lift the pelvis at one side and return to starting position.</u> No lifting of the thigh is allowed. | Patient falls or can not lift the pelvis Patient can lift the pelvis <i>If score = 0, then item 9b and 9c = 0</i> | <input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 |
| 9b | | Patient demonstrates no shortening/lengthening Patient demonstrates partially expected shortening/lengthening (partial = short and/or small ROM) Patient demonstrates expected shortening/lengthening <i>If score = 0, then item 9c = 0</i> | <input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 |
| 9c | | Patient compensates: (1) contralateral head flexion, (2) marked lateral trunk displacement, (3) other Patient lifts the pelvis without compensations | <input checked="" type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 |
| 10a | Starting position - arms crossed over chest Patient is instructed to <u>rotate the upper trunk three times with head fixated in starting position.</u> The movement is initiated from the shoulder girdle. | Patient (1) falls, (2) can not rotate the upper trunk i.e. patient can not perform the rotation movement, even not with the entire trunk, or (3) demonstrates no selective rotation of the upper trunk (en bloc) Patient demonstrates partial selective rotation of the upper trunk (partial = asymmetrical, small ROM, more shoulders than trunk) Patient demonstrates expected selective rotation of the upper trunk <i>If score = 0, then item 10b = 0</i> | <input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 | |
| 10b | | Patient rotates the upper trunk with head rotation Patient rotates the upper trunk without head rotation | <input checked="" type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 | |
| 11a | Starting position - arms crossed over chest Patient is instructed to <u>rotate the lower trunk three times with head fixated in starting position.</u> The movement is initiated from the pelvic girdle. | Patient (1) falls, (2) can not rotate the lower trunk i.e. patient can not perform the rotation movement, even not with the entire trunk, or (3) demonstrates no selective rotation of the lower trunk (en bloc) Patient demonstrates partial selective rotation of the lower trunk (partial = asymmetrical, small ROM, additional movement of upper trunk) Patient demonstrates expected selective rotation of the lower trunk <i>If score = 0, then item 11b = 0</i> | <input checked="" type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 | |
| 11b | | Patient compensates with pelvic tilt Patient rotates the lower trunk without compensations | <input checked="" type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 | |

ANNEXE V: Trunk Control Measurement Scale

| | | | |
|-----|--|---|---|
| 12a | <p>Starting position - arms crossed over chest Patient is instructed to shuffle the pelvis three times in a forward direction and return backwards in three times to the starting position <small>shuffle movement=combination of lateral flexion and rotation with the pelvis, alternated left and right</small></p> | <p>Patient falls or can not shuffle the pelvis in forward and backward direction i.e. no displacement of the body in either direction <input type="checkbox"/> 0</p> <p>Patient can partially shuffle the pelvis (partial = with mainly lateral flexion and little rotation; small ROM; takes a lot of effort) <input checked="" type="checkbox"/> 1</p> <p>Patient can shuffle the pelvis by use of both lateral flexion and rotation in one direction and partially in the other direction <input type="checkbox"/> 2</p> <p>Patient can shuffle the pelvis by use of both lateral flexion and rotation in both directions <input type="checkbox"/> 3</p> <p><i>If score = 0, then item 12b = 0</i></p> | <input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 |
| 12b | <p>Patient compensates with excessive trunk displacement</p> <p>Patient shuffles pelvis without compensations</p> | <p><input checked="" type="checkbox"/> 0</p> <p><input type="checkbox"/> 1</p> | <input checked="" type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 |

Total selective movement control

11 /28

Dynamic reaching (equilibrium reactions)

Testing procedure: Each item is verbally explained by the tester and then performed three times by the patient.

Bilat/
Left Right

| | | | |
|----|---|--|---|
| 13 | <p>Starting position - arms straight forward Patient is instructed to reach forward with both arms straight to target at eye level positioned at a distance, corresponding with the forearm length and return to starting position</p> | <p>Patient falls or can not reach target <input type="checkbox"/> 0</p> <p>Patient reaches target, but has difficulties in performance. Difficulties are: (1) takes a lot of effort i.e. slow and with difficulty or (2) uses some support of hand when approaching the starting position <input checked="" type="checkbox"/> 1</p> <p>Patient reaches target and returns to starting position without difficulties <input type="checkbox"/> 2</p> | <input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 |
| 14 | <p>Starting position - one arm straight sideward and other hand on leg Patient is instructed to reach sideward with one arm straight to target at eye level positioned at a distance, corresponding with the forearm length and return to starting position</p> | <p>Patient falls or can not reach target <input type="checkbox"/> 0</p> <p>Patient reaches target, but has difficulties in performance. Difficulties are: (1) takes a lot of effort i.e. slow and with difficulty or (2) uses some support of hand when approaching the starting position <input checked="" type="checkbox"/> 1</p> <p>Patient reaches target and returns to starting position without difficulties <input type="checkbox"/> 2</p> | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 2 |
| 15 | <p>Starting position - one arm straight sideward and other hand on leg Patient is instructed to reach across the midline with one arm (reach to the opposite side) and return to starting position. The target is positioned at eye level at a distance corresponding with half the forearm length of the reaching arm.</p> | <p>Patient falls or can not reach target <input type="checkbox"/> 0</p> <p>Patient reaches target, but has difficulty in performance. Difficulties are: (1) takes a lot of effort i.e. slow and with difficulty or (2) uses some support of hand when approaching the starting position <input checked="" type="checkbox"/> 1</p> <p>Patient reaches target and returns to starting position without difficulties <input type="checkbox"/> 2</p> | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 2 |

Total dynamic reaching

5 /10

TOTAL TCMS score

32 /58

ANNEXE V: Trunk Control Measurement Scale

Test instructions

Orthoses, shoes and/or a trunk brace should be taken off.

The starting position is the same for each item. The patient is sitting on the edge of a treatment table without back, arm or feet support. The thighs make full contact with the table.

The hands rest on the legs, close to the body. The patient is asked to sit upright at the start of each item and needs to be encouraged to maintain the upright position during the performance of the task. The term 'upright' refers to the most upright sitting position that the child can assume. This position can differ from child to child. This position is the reference position for identification of aberrations in performance and/or compensations.

Each item is performed three times. The best performance is taken into account for scoring.

If the child performs the tasks of subscale 'static sitting balance' with single arm support, only support with the hand flat on the table without grasping is allowed.

TCMS POST-protocole Date: **22/03/2017**

| STATIC SITTING BALANCE | | | |
|-------------------------------|---|--|---|
| Item | Testing procedure: Each item is verbally explained to the patient and demonstrated by the tester if needed. | Bilat/ Left | Right |
| 1 | Starting position (unsupported sitting, hands on legs) Patient is instructed to sit upright and hold this position for 10 seconds | Patient falls or can only maintain upright sitting with double arm support <input type="checkbox"/> 0 Patient can only maintain upright sitting with single arm support for 10 sec <input type="checkbox"/> 1 Patient can maintain upright sitting without arm support for 10 sec <input checked="" type="checkbox"/> 2 <i>If score = 0, then total score = 0</i> | |
| 2 | Starting position Patient lifts both arms at eye height in one second and returns to starting position | Patient falls or can not lift arms <input type="checkbox"/> 0 Patient can lift arms without falling but with compensations. Possible compensations are: (1) backward lean, (2) increase of trunk flexion, (3) lateral flexion, (4) other <input type="checkbox"/> 1 Patient lifts arms without compensations <input checked="" type="checkbox"/> 2 | |
| 3 | Starting position Therapist crosses one leg over the other leg | Patient falls, can not cross legs or can only maintain sitting with double arm support <input type="checkbox"/> 0 Patient can maintain sitting with single arm support for 10 sec <input type="checkbox"/> 1 Patient can maintain sitting without arm support for 10 sec <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 |
| 4 | Starting position Patient crosses one leg over the other leg (assistance with one hand is allowed) 'minimal' = small trunk movements without signs of imbalance of trunk during movement of leg 'clear' = clear signs of imbalance i.e. lateral flexion or flexion of trunk | Patient falls, can not cross legs or can only cross legs with double arm support <input type="checkbox"/> 0 Patient can only cross legs with single arm support <input type="checkbox"/> 1 Patient crosses legs without arm support but with clear trunk displacement <input type="checkbox"/> 2 Patient crosses legs with minimal trunk displacement <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 |

ANNEXE V: Trunk Control Measurement Scale

| | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---|--|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| 5 | <p>Starting position Patient abducts one leg over 10 cm and returns to starting position (10 cm width=width of the knee) 'minimal' = small trunk movements without signs of imbalance of trunk during movement of leg 'clear' = clear signs of imbalance i.e. lateral flexion or flexion of trunk</p> | <p>Patient falls, can not abduct leg or can only abduct leg with double arm support</p> <p>Patient can only abduct leg with single arm support</p> <p>Patient abducts leg without arm support but with clear trunk displacement</p> <p>Patient abducts leg with minimal trunk displacement</p> | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 0</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 1</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/> 2</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 3</td> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/> 3</td> </tr> </table> | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 |
| <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 0 | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 1 | | | | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 2 | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | | | | | | | | | | |

Total static sitting balance

18 /20

DYNAMIC SITTING BALANCE

Selective movement control

Testing procedure: First, each item is verbally explained and demonstrated by the tester. Secondly, the item is demonstrated on the patient with manual guidance. Thirdly, the patient is asked to perform the expected movement under manual guidance of the tester. Then, the patient performs the item on its own in three attempts.

| | | Bilat/ Left | Right | | | | |
|---------------------------------------|---|---|---|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 6a | <p>Starting position - arms crossed over chest Patient is instructed to lean forward with a fixed trunk for approximately 45° and return to starting position normal righting reaction of the head i.e. limited head extension is not scored as a compensation</p> | <p>Patient falls or can not reach target position</p> <p>Patient can lean forward</p> <p><i>If score = 0, then item 6b = 0</i></p> | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 0</td> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/> 1</td> </tr> </table> | <input type="checkbox"/> 0 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | | |
| <input type="checkbox"/> 0 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | | | | | | |
| 6b | | <p>Patient compensates (1) increased head extension, (2) increased trunk flexion, (3) increased lumbar lordosis, (4) increased knee flexion, (5) other</p> <p>Patient leans forward without compensations</p> | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 0</td> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/> 1</td> </tr> </table> | <input type="checkbox"/> 0 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | | |
| <input type="checkbox"/> 0 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | | | | | | |
| 7a | <p>Starting position - arms crossed over chest Patient is instructed to lean backward with a fixed trunk for approximately 45° and return to starting position normal righting reaction of the head i.e. limited head flexion is not scored as a compensation</p> | <p>Patient falls or can not reach target position</p> <p>Patient can lean backward</p> <p><i>If score = 0, then item 7b = 0</i></p> | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 0</td> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/> 1</td> </tr> </table> | <input type="checkbox"/> 0 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | | |
| <input type="checkbox"/> 0 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | | | | | | |
| 7b | | <p>Patient compensates (1) increased head flexion, (2) increased trunk flexion, (3) increased knee extension, (4) other</p> <p>Patient leans backward without compensations</p> | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 0</td> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/> 1</td> </tr> </table> | <input type="checkbox"/> 0 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | | |
| <input type="checkbox"/> 0 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | | | | | | |
| 8a | <p>Starting position Patient is instructed to touch the table with the elbow at level of the femoral head (by shortening the ipsilateral side and lengthening the contralateral side) and return to starting position</p> | <p>Patient falls or does not touch the table with the elbow</p> <p>Patient can touch the table with the elbow</p> <p><i>If score = 0, then item 8b and 8c = 0</i></p> | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 0</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/> 1</td> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/> 1</td> </tr> </table> | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 0 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 |
| <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 0 | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | | | | | | |

ANNEXE V: Trunk Control Measurement Scale

| | | | | |
|-----|--|---|---|---|
| 8b | | Patient demonstrates (1) no shortening/lengthening or (2) opposite shortening/lengthening Patient demonstrates expected shortening/lengthening <i>If score = 0, then item 8c = 0</i> | <input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 |
| 8c | | Patient compensates: (1) increased trunk flexion, (2) forward or backward lean, (3) pelvic lift, (4) other Patient touches the table without compensations | <input checked="" type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 |
| 9a | Starting position Patient is instructed to <u>lift the pelvis at one side and return to starting position</u>. No lifting of the thigh is allowed. | Patient falls or can not lift the pelvis Patient can lift the pelvis <i>If score = 0, then item 9b and 9c = 0</i> | <input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 |
| 9b | | Patient demonstrates no shortening/lengthening Patient demonstrates partially expected shortening/lengthening (partial = short and/or small ROM) Patient demonstrates expected shortening/lengthening <i>If score = 0, then item 9c = 0</i> | <input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 |
| 9c | | Patient compensates: (1) contralateral head flexion, (2) marked lateral trunk displacement, (3) other Patient lifts the pelvis without compensations | <input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 |
| 10a | Starting position - arms crossed over chest Patient is instructed to <u>rotate the upper trunk three times with head fixated in starting position</u>. The movement is initiated from the shoulder girdle. | Patient (1) falls, (2) can not rotate the upper trunk i.e. patient can not perform the rotation movement, even not with the entire trunk, or (3) demonstrates no selective rotation of the upper trunk (en bloc) Patient demonstrates partial selective rotation of the upper trunk (partial = asymmetrical, small ROM, more shoulders than trunk) Patient demonstrates expected selective rotation of the upper trunk <i>If score = 0, then item 10b = 0</i> | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 | |
| 10b | | Patient rotates the upper trunk with head rotation Patient rotates the upper trunk without head rotation | <input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 | |
| 11a | Starting position - arms crossed over chest Patient is instructed to <u>rotate the lower trunk three times with head fixated in starting position</u>. The movement is initiated from the pelvic girdle. | Patient (1) falls, (2) can not rotate the lower trunk i.e. patient can not perform the rotation movement, even not with the entire trunk, or (3) demonstrates no selective rotation of the lower trunk (en bloc) Patient demonstrates partial selective rotation of the lower trunk (partial = asymmetrical, small ROM, additional movement of upper trunk) Patient demonstrates expected selective rotation of the lower trunk <i>If score = 0, then item 11b = 0</i> | <input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 | |
| 11b | | Patient compensates with pelvic tilt Patient rotates the lower trunk without compensations | <input checked="" type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 | |

ANNEXE V: Trunk Control Measurement Scale

| | | | |
|-----|--|---|---|
| 12a | <p>Starting position - arms crossed over chest Patient is instructed to shuffle the pelvis three times in a forward direction and return backwards in three times to the starting position <small>shuffle movement=combination of lateral flexion and rotation with the pelvis, alternated left and right</small></p> | <p>Patient falls or can not shuffle the pelvis in forward and backward direction i.e. no displacement of the body in either direction <input type="checkbox"/> 0</p> <p>Patient can partially shuffle the pelvis (partial = with mainly lateral flexion and little rotation; small ROM; takes a lot of effort) <input type="checkbox"/> 1</p> <p>Patient can shuffle the pelvis by use of both lateral flexion and rotation in one direction and partially in the other direction <input checked="" type="checkbox"/> 2</p> <p>Patient can shuffle the pelvis by use of both lateral flexion and rotation in both directions <input type="checkbox"/> 3</p> <p><i>If score = 0, then item 12b = 0</i></p> | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 |
| 12b | | <p>Patient compensates with excessive trunk displacement <input checked="" type="checkbox"/> 0</p> <p>Patient shuffles pelvis without compensations <input type="checkbox"/> 1</p> | <input checked="" type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 |

Total selective movement control

21 /28

Dynamic reaching (equilibrium reactions)

Testing procedure: Each item is verbally explained by the tester and then performed three times by the patient.

Bilat/
Left Right

| | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---|--|--|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 13 | <p>Starting position - arms straight forward Patient is instructed to reach forward with both arms straight to target at eye level positioned at a distance, corresponding with the forearm length and return to starting position</p> | <p>Patient falls or can not reach target <input type="checkbox"/> 0</p> <p>Patient reaches target, but has difficulties in performance. Difficulties are: (1) takes a lot of effort i.e. slow and with difficulty or (2) uses some support of hand when approaching the starting position <input type="checkbox"/> 1</p> <p>Patient reaches target and returns to starting position without difficulties <input checked="" type="checkbox"/> 2</p> | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 | | | | | | |
| 14 | <p>Starting position - one arm straight sideward and other hand on leg Patient is instructed to reach sideward with one arm straight to target at eye level positioned at a distance, corresponding with the forearm length and return to starting position</p> | <p>Patient falls or can not reach target <input type="checkbox"/> 0</p> <p>Patient reaches target, but has difficulties in performance. Difficulties are: (1) takes a lot of effort i.e. slow and with difficulty or (2) uses some support of hand when approaching the starting position <input checked="" type="checkbox"/> 1</p> <p>Patient reaches target and returns to starting position without difficulties <input type="checkbox"/> 2</p> | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 0</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/> 1</td> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/> 1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 2</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 2</td> </tr> </table> | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 0 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 2 |
| <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 0 | | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 2 | | | | | | | | |
| 15 | <p>Starting position - one arm straight sideward and other hand on leg Patient is instructed to reach across the midline with one arm (reach to the opposite side) and return to starting position. The target is positioned at eye level at a distance corresponding with half the forearm length of the reaching arm.</p> | <p>Patient falls or can not reach target <input type="checkbox"/> 0</p> <p>Patient reaches target, but has difficulty in performance. Difficulties are: (1) takes a lot of effort i.e. slow and with difficulty or (2) uses some support of hand when approaching the starting position <input type="checkbox"/> 1</p> <p>Patient reaches target and returns to starting position without difficulties <input checked="" type="checkbox"/> 2</p> | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 0</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 1</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> 1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/> 2</td> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/> 2</td> </tr> </table> | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 |
| <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 0 | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 1 | | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | | | | | | | | |

Total dynamic reaching

8 /10

TOTAL TCMS score

47 /58

ANNEXE VI: Edinburgh Visual Gait Scale

| Stance | | | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Foot | Flexion 2 | 1 | Normal 0 | 1 | Extension 2 |
| 1. Initial contact | | | Heel contact | Flatfoot contact | Toe contact |
| 2. Heel lift | No forefoot contact | Delayed | Normal | Early | No heel contact |
| 3. Max ankle dorsiflexion | Excessive dorsiflxn (>40° df) | Increased dorsiflxn (26°–40° df) | Normal dorsiflxn (5°–25° df) | Reduced dorsiflxn (10° pl–4° df) | Marked plantarflxn (>10° pl) |
| 4. Hindfoot varus/valgus | Severe valgus | Mod valgus | Neutral/slight valgus | Mild varus | Severe varus |
| 5. Foot rotation | Marked extn >KPA (by >40°) | Mod ext >KPA (by 21°–40°) | SI more extn than KPA (by 0°–20°) | Mod int >KPA (by 1°–25°) | Marked int >KPA (by >25°) |
| Knee | | | | | |
| 8. Knee progression angle | External, part knee cap visible | External, all knee cap visible | Neutral, knee cap midline | Internal, all knee cap visible | Internal, part knee cap visible |
| 9. Peak extn stance | Severe flexn (>25°) | Mod flexn (16°–25°) | Normal (0°–15° flexn) | Mod hyperextn (1°–10°) | Severe hyperextn (>10°) |
| Hip | | | | | |
| 12. Peak extn stance | Severe flexn (>15°) | Mod flexn (1°–15° flxn) | Normal (0°–20° extn) | Mod hyperextn (21°–35° extn) | Marked hyperextn (>35°) |
| Pelvis | | | | | |
| 14. Obliquity at mid stance | Marked down (>10°) | Mod down (1°–10°) | Normal obliquity (0°–5° up) | Mod up (6°–15°) | Marked up (>15°) |
| 15. Rotation at mid stance | Marked retraction (>15°) | Mod retraction (6°–15°) | Normal (5° retr–10° pro) | Mod protraction (11°–20°) | Severe protraction (>20°) |
| Trunk | | | | | |
| 16. Peak sagittal position | Marked forward | Mod forward lean | Normal upright | Mod backward lean | N/A |
| 17. Max lateral shift | Marked | Mod | Normal | Reduced | N/A |
| Swing | | | | | |
| Foot | Flexion 2 | 1 | Normal 0 | 1 | Extension 2 |
| 6. Clearance in swing | | High steps | Full | Reduced | None |
| 7. Max ankle dorsiflexion | Excessive dorsiflxn (>30° df) | Increased dorsiflxn (16°–30° df) | Normal dorsiflxn (15° df–5° pl) | Mod plantarflxn (6°–20° pl) | Marked plantarflxn (>20° pl) |
| Knee | | | | | |
| 10. Terminal swing | Severe flexn (>30°) | Mod flexn (16°–30°) | Normal (5°–15° flxn) | Mod overextn (4° flx–10° xtn) | Severe hyperextn (>10° xtn) |
| 11. Peak flexn swing | Severely increased (>85° flxn) | Mod increased (71°–85° flxn) | Normal (50°–70° flxn) | Mod reduced (35°–49° flxn) | Severely reduced (<35° flxn) |
| Hip | | | | | |
| 13. Peak flexion swing | Marked increase (>60° flxn) | Increased flexn (46°–60° flxn) | Normal flexn (25°–45° flxn) | Reduced flexn (10°–24° flxn) | Severely reduced (<10° flxn) |

ANNEXE VI: Edinburgh Visual Gait Scale

APPENDIX *Edinburgh Gait Score Guidelines*

The terms moderate and marked are unable to be precisely defined, and the interpretation of their meanings will be partially dependent on the clinicians' assessment of gait. Angle ranges have been included on the Scoring Table to guide you in the normal ranges and the degree of deviation. These guidelines are based on normal ranges obtained from gait analysis data. "Normal" suggests angles are within ± 1.5 standard deviations of normal mean. "Moderate deviation from normal" suggests angles are between 1.5 and 4.5 standard deviations of normal mean. "Marked deviation from normal" values lie outside 4.5 standard deviations of normal.

For the purposes of this score, mid stance is taken as that point in the gait cycle when the swinging foot passes the stance foot.

When there is variability of the gait pattern, choose the most frequent pattern. When there is no consistency, score all features and record the maximum total and minimum total scores. Record the use of orthoses on the form, describing the orthoses, footwear, or walking aids as "Other".

Patient preparation

To improve the accuracy of the estimation of angles, the following suggestions are made:

- Mark the ASIS
- Rotation blocks may be applied to the pelvis to improve transverse plane estimations (Hillman et al. 1998)
- Draw around the knee caps and mark the center of the tibial tubercle
- Draw a line down either side and down the center of the posterior surface of the calcaneum

Scoring

The score is divided into stance and swing sections. Circle the appropriate description.

0 = Normal

1 = Moderate deviation from normal

2 = Marked deviation from normal

Foot

Stance

1. Initial contact

The heel normally contacts first. The "toe" describes that portion of the foot distal to the metatarso-phalangeal joints. Simultaneous contact with the heel and toe comprises "flatfoot" contact.

2. Heel lift

If there is no heel contact during stance, there can be no heel lift (i.e., "no heel contact"). Heel lift normally occurs between opposite foot level and opposite foot contact. "Early" heel lift indicates that heel lift precedes the opposite foot being level with the stance foot. "Delayed" heel lift is present if heel lift occurs with or after opposite foot contact. "No forefoot contact" describes the rare occasion of a calcaneous foot when the forefoot does not contact during stance.

3. Maximum ankle dorsiflexion

There is normal forward progression of the tibial over the planted hindfoot from slight plantarflexion at initial contact to dorsiflexion at terminal stance. Describe the maximum angle of dorsiflexion between hindfoot and shaft of the tibia during stance. In pathological gait, lack of heel contact may be caused by either excessive plantarflexion of the foot or excessive knee flexion. The tibial-hindfoot angle is therefore analysed irrespective of the position of the foot on the floor.

4. Hindfoot varus/valgus

In the coronal plane, the normal hindfoot is in neutral or very slight valgus. Suggested values here are: 0 = 0° to 5° valgus, 1 = 6° to 15° valgus or 1° to 10° varus, 2 = more than 15° valgus or more than 10° varus (no normative data available).

5. Foot rotation

The normal foot is slightly externally rotated relative to the knee progression angle (i.e., the direction in which the knee points during gait).

Swing

6. Clearance in swing

The whole foot including the toe should clear the foot and not make contact during swing phase. "None" should be recorded if there is continuous contact between some part of the foot and the floor throughout swing phase. "Reduced" indicates that there is a shortened but definite period of clearance during some part of the swing phase between the whole foot and the floor. "Full" or normal clearance is when the foot does not touch at all in swing; however, normal clearance is a very small amount. "High steps" describes excessive lifting of the foot from the floor.

When there is reduced clearance followed by high stepping, circle both, giving a score of 2 for this combination of features.

7. Maximum ankle dorsiflexion

The ankle is normally approximately neutral in swing, but very slight plantarflexion (5°) is acceptable.

ANNEXE VI: Edinburgh Visual Gait Scale

APPENDIX (Continued)

Knee

Stance

8. Knee progression angle in midstance

The knee normally points forward during gait. Record the position in which the knee appears to point during most of the stance phase. When either internal or external rotation is present but the whole knee cap is visible, score 1. When rotation is present to such an extent that the knee cap is partially out of view ("external or internal, part cap visible"), score 2.

9. Peak extension stance

The knee approaches full extension in terminal stance. In pathological gait, the knee may remain more flexed throughout stance. Alternatively, hypextension can occur as femoral progression proceeds over an arrested tibia.

Swing

10. Terminal swing position

The knee is normally in slight flexion immediately before heel strike.

11. Peak knee flexion in swing

The normal range is 50° to 70°.

Hip

Stance

12. Peak hip extension in stance

The hip normally extends in stance to between neutral and 20° of extension.

Swing

13. Peak hip flexion during swing

Normal flexion is between 25° and 45°.

Pelvis

Stance

14. Obliquity at mid stance

The pelvis normally drops slightly on the opposite side during loading, becoming level by terminal stance. Estimate the position in mid stance. "Up" and "down" refer to the position of the ASIS on the stance side, relative to the opposite side ASIS.

15. Pelvic rotation at mid stance

In mid stance, the pelvis should be at approximately neutral rotation, between 5° backward rotation (retraction) of the stance leg, and 10° forward rotation (protraction).

Trunk

16. Peak sagittal position in stance

The trunk is erect during stance and swing phases. Suggested values here are:

0 = Vertical to 5° forward or backward

1 = more than 5° backwards or between 6° and 15° forward

2 = more than 15° forward

17. Maximum lateral shift

The trunk displaces laterally approximately 25 mm during stance, towards the stance leg. Excessive thoracic shift laterally or lateral flexion should be considered when recording observations. "Reduced" describes those cases in which the trunk remains leaning over the swinging leg.

ANNEXE VI: Edinburgh Visual Gait Scale

APPENDIX *Edinburgh Gait Score Guidelines*

Les termes « modéré » et « marqué » ne peuvent être définis avec précision et l'interprétation de leur signification dépendra, en partie, de l'évaluation de la marche par les cliniciens. Les intervalles d'angle ont été inclus dans le tableau pour guider et noter les intervalles normaux et le degré d'écart. Ces recommandations sont basées sur les intervalles normaux obtenus à partir de données d'analyse de la marche.

- « **Normal** » renvoi à des angles qui sont à $\pm 1,5$ d'écart type de la moyenne normale.
 - « **Ecart modéré** » renvoi à des angles situés entre 1,5 et 4,5 d'écart type de la moyenne normale.
 - « **Ecart marqué** » renvoi à des angles qui sont supérieur à 4,5 d'écart type de la moyenne normale.
- Pour les besoins de ce score, la position moyenne est considérée comme le point, au cours du cycle de marche, où le pied oscillant dépasse le pied en appui.
 - Lorsqu'il y a une variabilité du pattern de marche, choisissez le pattern le plus fréquent.
 - Lorsqu'il n'y a pas de cohérence, notez toutes les caractéristiques ainsi que les scores totaux maximal et minimal.
 - Notez l'utilisation d'orthèses, de chaussures ou d'aides technique à la marche.

Score :

0 : Normal

1 : Déviation modérée par rapport à la normale

2 : Déviation marquée par rapport à la normale

I. PIED :

Phase d'appui

1- Contact initial :

Normal = contact en premier avec le talon

Orteils = Partie distale du pied aux articulations métatarso-phalangienne

Plat du pied = contact simultané avec le talon et le pied

2- Décollement du talon :

Pas de contact du talon : S'il n'y a pas de contact avec le talon lors de l'appui, il ne peut y avoir de décollement du talon.

Normal = Le décollement se produit entre le niveau du pied opposé et le contact du pied opposé

Anticipé = l'élévation du talon précède le pied opposé en appui

Retardé = élévation du talon qui se produit avec ou après le contact du pied opposé

ANNEXE VI: Edinburgh Visual Gait Scale

Pas de contact d'avant pied = décrit la situation, rare, d'un pied calcanéen quand l'avant pied ne touche pas lors de la phase d'appui

3- Flexion dorsale maximale :

- Il y a progression, normale, vers l'avant du tibia sur l'arrière du pied qui va de la flexion plantaire légère au contact initial jusqu'à une flexion dorsale à la phase terminale de l'appui. Décrire l'angle maximal de la flexion dorsale entre l'arrière pied et l'axe du tibia.
- Pathologiquement, le manque de contact avec le talon peut être causé par une flexion excessive du pied ou une flexion excessive du genou. L'angle tibia – arrière pied est donc analysé indépendamment de la position du pied au sol.

4- Valgus/ Varus de l'arrière pied :

Dans le plan frontal l'arrière pied, normal, est en valgus neutre ou très léger

0 = 0° - 5° de valgus

1 = 6° - 15° de valgus ou 1° - 10° de varus

2 = > 15° de valgus ou > 10° de varus

5- Rotation pied :

Le pied normal est légèrement en rotation externe par rapport à l'angle de progression du genou.

Phase d'oscillation

6- Dégagement lors de l'oscillation :

L'ensemble du pied, y compris l'orteil ne doivent être en contact lors de la phase d'oscillation.

Aucun = contact continu entre une partie du pied et le sol durant toute la phase d'oscillation

Réduit = période de dégagement raccourcie mais définie pendant une partie de la phase d'oscillation entre l'ensemble du pied et le sol.

Complet : le pied ne touche pas du tout le sol lors de l'oscillation.

Pas haut : décrit une levée excessive du pied du sol

Lorsqu'il y a un dégagement « réduit » suivi d'un « pas haut », il faudra encercler les deux. Ce qui donnera un score de 2 pour cette combinaison

7- Flexion dorsale maximale :

La cheville est approximativement en position neutre lors de l'oscillation mais une très légère flexion plantaire (5°) est acceptable.

ANNEXE VI: Edinburgh Visual Gait Scale

II. GENOU :

Phase d'appui

8- Angle de progression du genou lors de la phase d'appui intermédiaire :

Le genou regarde normalement en avant durant la marche. Notez la position dans laquelle le genou semble pointer pendant la majeure partie de la phase d'appui.

Score 1 = Rotation interne ou externe présente mais l'ensemble du genou reste visible.

Score 2 = Rotation présente à un point tel que la patella est partiellement hors de vue.

9- Extension du genou :

Le genou approche de l'extension complète en position d'appui terminal. En marche pathologique, le genou peut rester plus fléchi tout au long de l'appui. Alternativement, l'hyper extension peut se produire lorsque la progression fémorale se déroule sur un tibia fixe.

Phase d'oscillation

10- Position terminale :

Le genou est, normalement, en légère flexion immédiatement avant l'attaque du talon.

11- Flexion maximale :

La norme est comprise entre 50° - 70°.

III. HANCHE

Phase d'appui

12- Extension :

La hanche est, normalement, tendu entre une position neutre et 20° d'extension.

Phase d'oscillation

13- Flexion :

La flexion normale est entre 25° - 45°.

ANNEXE VI: Edinburgh Visual Gait Scale

IV. **BASSIN**

Phase d'appui

14- Obliquité à mi appui :

Le bassin bascule normalement sur le côté opposé durant la mise en charge. Estimer la position à la phase intermédiaire. « Haut » et « Bas » se réfèrent à la position de l'EIAS du côté de l'appui par rapport à l'EIAS controlatérale.

15- Rotation du bassin :

A mi- appui, le bassin doit être à une rotation approximativement neutre, entre 5° de rotation arrière de la jambe en appui et 10° de rotation vers l'avant de la jambe oscillante.

V. **TRONC**

16- Position sagittale à l'appui :

Le tronc est en position érigée durant les phases d'appui et d'oscillation.

0 = Vertical à 5° de flexion ou d'extension

1 = > 5° d'extension ou entre 6° - 15° de flexion

2 = > 15° de flexion

17- Déplacement latéral :

Le tronc se déplace latéralement, approximativement, de 25mm durant l'appui du côté de la jambe en charge. Un déplacement excessif du tronc latéralement doit être pris en compte lors de l'enregistrement des observations.

« **Réduit** » décrit les situations dans lesquelles le tronc reste en appui du côté de la jambe oscillante.

ANNEXE VI: Edinburgh Visual Gait Scale

Score pré-protocole en date du 16 Janvier 2017

| | | Score | | Interprétation | |
|--------------------|---------------------------|-------|--------|-----------------|---------------------------|
| | | Droit | Gauche | Droit | Gauche |
| Pied | | | | | |
| Appui | Contact initial | 1 | 2 | Plat du pied | Orteil |
| | Décollement talon | 1 | 2 | Anticipé | Pas de contact du talon |
| | Flexion dorsale max | 1 | 2 | Réduite | Flexion plantaire marquée |
| | varus/valgus arrière pied | 0 | 0 | Normal | Normal |
| | Rotation pied | 0 | 0 | Normale | Normale |
| Oscillation | Dégagement | 0 | 0 | Complet | Complet |
| | Flexion dorsale max | 0 | 2 | Normale | Flexion plantaire marquée |
| Genou | | | | | |
| Appui | Angle de progression | 0 | 2 | Neutre | Partiellement visible |
| | Extension | 0 | 1 | Normale | Flexion modérée |
| Oscillation | Position terminale | 1 | 2 | Flexion modérée | Flexion sévère |
| | Flexion max | 0 | 0 | Normale | Normale |
| Hanche | | | | | |
| Appui | Extension | 1 | 1 | Flexion modérée | Flexion modérée |
| Oscillation | Flexion | 0 | 0 | Normale | Normale |

ANNEXE VI: Edinburgh Visual Gait Scale

| | Droit | Gauche | Droit | Gauche |
|---------------------|-------------|--------------|-----------------|------------------|
| Bassin | | | | |
| Obliquité mi-appui | 0 | 1 | Normale | Modérément haute |
| Rotation mi-appui | 0 | 1 | Normale | Modérée |
| Tronc | | | | |
| Position sagittale | 1 | 1 | Flexion modérée | Flexion modérée |
| Déplacement latéral | 1 | 1 | Réduit | Réduit |
| EVGS Total | 7/34 | 18/34 | | |

ANNEXE VI: Edinburgh Visual Gait Scale

Score post-protocole en date du 23 Mars 2017

| | | Score | | Interprétation | |
|--------------------|---------------------------|-------|--------|-----------------|---------------------------|
| | | Droit | Gauche | Droit | Gauche |
| Pied | | | | | |
| Appui | Contact initial | 1 | 2 | Plat du pied | Orteil |
| | Décollement talon | 1 | 2 | Anticipé | Pas de contact du talon |
| | Flexion dorsale max | 1 | 2 | Réduite | Flexion plantaire marquée |
| | varus/valgus arrière pied | 0 | 0 | Normal | Normal |
| | Rotation pied | 0 | 0 | Normale | Normale |
| Oscillation | Dégagement | 0 | 0 | Complet | Complet |
| | Flexion dorsale max | 0 | 2 | Normale | Flexion plantaire marquée |
| Genou | | | | | |
| Appui | Angle de progression | 0 | 1 | Neutre | Complètement visible |
| | Extension | 1 | 0 | Flexion modérée | Normale |
| Oscillation | Position terminale | 2 | 2 | Flexion sévère | Flexion sévère |
| | Flexion max | 0 | 0 | Normale | Normale |
| Hanche | | | | | |
| Appui | Extension | 0 | 0 | Normale | Normale |
| Oscillation | Flexion | 1 | 0 | Réduite | Normale |

ANNEXE VI: Edinburgh Visual Gait Scale

| | Droit | Gauche | Droit | Gauche |
|---------------------|-------------|--------------|---------|---------|
| Bassin | | | | |
| Obliquité mi-appui | 0 | 0 | Normale | Normale |
| Rotation mi-appui | 0 | 0 | Normale | Normale |
| Tronc | | | | |
| Position sagittale | 0 | 0 | Normale | Normale |
| Déplacement latéral | 0 | 0 | Normal | Normal |
| EVGS Total | 7/34 | 11/34 | | |

ANNEXE VI: Edinburgh Visual Gait Scale

Score EVGS pré et post protocole

| | | Pré-protocole | | Post-protocole | |
|------------------------|---------------------------|---------------|--------|----------------|--------|
| | | Droit | Gauche | Droit | Gauche |
| Pré Pied Post | | | | | |
| Appui | Contact initial | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | Décollement talon | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | Flexion dorsale max | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | varus/valgus arrière pied | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Rotation pied | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Oscillation | Dégagement | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Flexion dorsale max | 0 | 2 | 0 | 2 |
| Pré Genou Post | | | | | |
| Appui | Angle de progression | 0 | 2 | 0 | 1 |
| | Extension | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Oscillation | Position terminale | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | Flexion max | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pré Hanche Post | | | | | |
| Appui | Extension | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Oscillation | Flexion | 0 | 0 | 1 | 0 |

ANNEXE VI: Edinburgh Visual Gait Scale

| | Droit | Gauche | Droit | Gauche |
|------------------------|-------|--------|-------|--------|
| Pré Bassin Post | | | | |
| Obliquité mi-appui | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Rotation mi-appui | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Tronc | | | | |
| Position sagittale | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Déplacement latéral | 1 | 1 | 0 | 0 |

| | | |
|-------------------------------------|-------------|--------------|
| EVGS Total Pré-protocole | 7/34 | 18/34 |
| EVGS Total Post-protocole | 7/34 | 11/34 |

ANNEXE VI: Edinburgh Visual Gait Scale

Interprétation EVGS pré et post protocole

| | | Interprétation | | Interprétation | |
|------------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|
| | | Droit | Gauche | Droit | Gauche |
| Pré Pied Post | | | | | |
| Appui | Contact initial | Plat du pied | Orteil | Plat du pied | Orteil |
| | Décollement talon | Anticipé | Pas de contact du talon | Anticipé | Pas de contact du talon |
| | Flexion dorsale max | Réduise | Flexion plantaire marquée | Réduite | Flexion plantaire marquée |
| | varus/valgus arrière pied | Normal | Normal | Normal | Normal |
| | Rotation pied | Normale | Normale | Normale | Normale |
| Oscillation | Dégagement | Complet | Complet | Complet | Complet |
| | Flexion dorsale max | Normale | Flexion plantaire marquée | Normale | Flexion plantaire marquée |
| Pré Genou Post | | | | | |
| Appui | Angle de progression | Neutre | Partiellement visible | Neutre | Complètement visible |
| | Extension | Normale | Flexion modérée | Flexion modérée | Normale |
| Oscillation | Position terminale | Flexion modérée | Flexion sévère | Flexion sévère | Flexion sévère |
| | Flexion max | Normale | Normale | Normale | Normale |
| Pré Hanche Post | | | | | |
| Appui | Extension | Flexion modérée | Flexion modérée | Normale | Normale |
| Oscillation | Flexion | Normale | Normale | Réduite | Normale |

ANNEXE VI: Edinburgh Visual Gait Scale

| | Droit | Gauche | Droit | Gauche |
|------------------------|-----------------|------------------|---------|---------|
| Pré Bassin Post | | | | |
| Obliquité mi-appui | Normale | Modérément haute | Normale | Normale |
| Rotation mi-appui | Normale | Modérée | Normale | Normale |
| Pré Tronc Post | | | | |
| Position sagittale | Flexion modérée | Flexion modérée | Normale | Normale |
| Déplacement latéral | Réduit | Réduit | Normal | Normal |

| | | |
|-------------------------------------|-------------|--------------|
| EVGS Total Pré-protocole | 7/34 | 18/34 |
| EVGS Total Post-protocole | 7/34 | 11/34 |

ANNEXE VII : Tableaux Excel des angles articulaires lors des phases d'appuis et d'oscillation

| | | ANKLE | | | |
|------------------------------|---------------|------------------|--|------------------------------|------------------|
| | Pré protocole | | | Post protocole | |
| initial contact | | | | initial contact | |
| | EVGS | | | EVGS | |
| Droit | 1 | Flatfoot contact | | 1 | Flatfoot contact |
| Gauche | 2 | Toe contact | | 2 | Toe contact |
| | | | | | |
| Heel lift | | | | Heel lift | |
| | EVGS | | | EVGS | |
| Droit | 1 | Early | | 1 | Early |
| Gauche | 2 | NO heel contact | | 2 | NO heel contact |
| | | | | | |
| Hindfoot varus-valgus | | | | Hindfoot varus-valgus | |
| | EVGS | | | EVGS | |
| Droit | 0 | Normal | | 0 | Normal |
| Gauche | 0 | Normal | | 0 | Normal |
| | | | | | |
| Foot rotation | | | | Foot rotation | |
| | EVGS | | | EVGS | |
| Droit | 0 | Normal | | 0 | Normal |
| Gauche | 0 | Normal | | 0 | Normal |
| | | | | | |
| Clearance in swing | | | | Clearance in swing | |
| | EVGS | | | EVGS | |
| Droit | 0 | Full | | 0 | Full |
| Gauche | 0 | Full | | 0 | Full |

ANNEXE VII : Tableaux Excel des angles articulaires lors des phases d'appuis et d'oscillation

| Pré protocole | | Max flex genou DT swing | | Max flex genou G swing | | KNEE | | Post protocole | | Max flex genou DT swing | |
|---------------|-------------|-------------------------|---------------|-------------------------|-------------------------|---------|-------------|----------------|---------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Swing 1 | Swing 2 | Swing 3 | Moyenne | Ecartype | Max flex genou DT swing | Swing 1 | Swing 2 | Swing 3 | Moyenne | Ecartype | Max flex genou DT swing |
| 62 | 67 | 66 | 65 | 2,65 | | 58 | 65 | 59 | 60,67 | 3,79 | |
| 60 | 72 | 62 | 64,67 | 6,43 | 63,13333333 | 69 | 67 | 62 | 66,00 | 3,61 | Moyenne 64,6666667 |
| 66 | 55 | 54 | 58,33 | 6,66 | 1,35236419 | 73 | 66 | 58 | 65,67 | 7,51 | Erreur-type 1,01653005 |
| 61 | 69 | 67 | 65,67 | 4,16 | 64,6666667 | 69 | 68 | 58 | 65,00 | 6,08 | Médiane 65,6666667 |
| 66 | 63 | 57 | 62,00 | 4,58 | #N/A | 69 | 66 | 63 | 66,00 | 3,00 | Mode 66 |
| | Moyenne | 63,13 | | | 3,02397825 | | Moyenne | 64,67 | | | Écart-type 2,27303028 |
| | ecartype | 3,02 | | | 9,14444444 | | ecartype | 2,27 | | | Variance de l'échantillon 5,16666667 |
| | EVGS | 0 | Normal | | 0,83972486 | | EVGS | 0 | Normal | | Kurtosis (Coefficient d'a 4,33090531 |
| | | | | | -1,29101779 | | | | | | Coefficient d'asymétrie -2,06567442 |
| | | | | | 7,33333333 | | | | | | Plage 5,33333333 |
| | | | | | 58,33333333 | | | | | | Minimum 60,6666667 |
| | | | | | 65,6666667 | | | | | | Maximum 66 |
| | | | | | 315,666667 | | | | | | Somme 323,3333333 |
| | | | | | | | | | | | Nombre d'échantillons 5 |
| | | | | | | | | | | | |
| Pré protocole | | Max flex genou G swing | | Max flex genou DT swing | | KNEE | | Post protocole | | Max flex genou G swing | |
| Swing 1 | Swing 2 | Swing 3 | Moyenne | Ecartype | Max flex genou DT swing | Swing 1 | Swing 2 | Swing 3 | Moyenne | Ecartype | Max flex genou G swing |
| 64 | 62 | 55 | 60,33 | 4,73 | | 60 | 57 | 55 | 57,33 | 2,52 | |
| 59 | 62 | 60 | 60,33 | 1,53 | 60,73333333 | 55 | 57 | 55 | 55,67 | 1,15 | Moyenne 55,93333333 |
| 63 | 60 | 56 | 59,67 | 3,51 | 0,83931189 | 52 | 55 | 55 | 54,00 | 1,73 | Erreur-type 0,76303488 |
| 66 | 62 | 64 | 64,00 | 2,00 | 60,33333333 | 58 | 58 | 58 | 58,00 | 0,00 | Médiane 55,6666667 |
| 59 | 60 | 59 | 59,33 | 0,58 | 60,33333333 | 53 | 54 | 57 | 54,67 | 2,08 | Mode #N/A |
| | Moyenne | 60,73 | | | 1,87675843 | | Moyenne | 55,93 | | | Écart-type 1,70619785 |
| | ecartype | 1,88 | | | 3,52222222 | | ecartype | 1,71 | | | Variance de l'échantillon 2,91111111 |
| | EVGS | 0 | Normal | | 3,99615878 | | EVGS | 0 | Normal | | Kurtosis (Coefficient d'a -2,30143931 |
| | | | | | 1,9397161 | | | | | | Coefficient d'asymétrie 0,19238348 |
| | | | | | 4,6666667 | | | | | | Plage 4 |
| | | | | | 59,33333333 | | | | | | Minimum 54 |
| | | | | | 64 | | | | | | Maximum 58 |
| | | | | | 303,666667 | | | | | | Somme 279,666667 |
| | | | | | | | | | | | Nombre d'échantillons 5 |

RESUME

Le contrôle postural des enfants atteints de paralysie cérébrale représente l'une des plus importantes dysfonctions dont souffre cette population. Cette dysfonction est intimement liée à celle des segments axiaux. La nécessité de cibler les segments axiaux chez cette population permettrait d'améliorer le contrôle postural en position assise ainsi que les paramètres qualitatifs et quantitatifs de la marche.

Objectif : Elaboration et application d'un protocole expérimental de rééducation ciblant les segments axiaux dans le but d'améliorer le contrôle postural des enfants atteints de paralysie cérébrale GMFCS I et II

Méthode : Un enfant atteint d'une paralysie cérébrale spastique GMFCS II a été recruté pour une rééducation ciblant les segments axiaux effectuée sur un cheval sauteur gonflable à raison de 2 séances par semaine pendant 8 semaines. La mesure du contrôle postural en position assise a été effectuée grâce au Trunk Control Measurement Scale (TCMS). L'Edinburgh Visual Gait Scale (EVGS) en association avec un logiciel d'analyse vidéo Kinovea® ainsi que le test de marche de 6 minutes (6MWT), ont permis l'évaluation des paramètres qualitatifs et quantitatifs de la marche.

Résultats : Amélioration du contrôle postural en position assise avec une augmentation de 25,18 % du score global du TCMS en post protocole. Amélioration du score de l'EVGS de 18/34 en pré protocole à 11/34 en post protocole. Augmentation du périmètre de marche et de la vitesse de marche au 6MWT.

Conclusion : Une rééducation ciblant les segments axiaux améliore le contrôle postural en position assise et les paramètres qualitatifs et quantitatifs de la marche chez un enfant atteint d'une paralysie cérébrale spastique GMFCS II.

Mots clés : contrôle postural, équilibre, hippothérapie, paralysie cérébrale, tronc.

Key words : postural control, balance, hippotherapy, cerebral palsy, trunk.