



Formation organisée
avec le soutien de la
Région Normandie



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

La certification qualité a été délivrée
au titre de la catégorie suivante :
ACTIONS DE FORMATION

INSTITUT DE FORMATION EN KINÉSITHÉRAPIE

K4, UE 28, S8

Mémoire d'initiation à la recherche

Paralysie cérébrale et équin dynamique : Quels sont les effets des traitements conservateurs sur l'endurance à la marche ? Une revue systématique

LABOIS Marion

Etudiante en masso-kinésithérapie, promotion : 2018-2022

N° d'étudiant : 2110025913C

Sous la direction de Mme Teresa MARTINEZ MAESTRE

Mai 2022

Citation

« Se donner du mal sur les petites choses, c'est parvenir aux grandes, avec le temps. »

Samuel Beckett

Glossaire

ATCD : Antécédent

ECR : Essai Contrôlé Randomisé

EMFG : Evaluation Motrice Fonctionnelle Globale

Et al. : Et autres

GC : Groupe Contrôle

GE : Groupe Expérimental

GMFCS : Gross Motor Function Classification System

GMFM : Gross Motor Function Measure

HAS : Haute Autorité de Santé

IC : Indice de Confiance

MeSH : Medical Subject Headings

PC : Paralyse Cérébrale

PEDro : Physiotherapy Evidence Database

PRISMA : Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses

PROSPERO : International Prospective Register of Systematic Reviews

TDM6 : Test De Marche de 6 minutes

6MWT : 6 Minutes Walking Test

♂ : Homme

♀ : Femme

Remerciements

En premier lieu je souhaite remercier **Teresa MARTINEZ MAESTRE** encadrant ce mémoire, pour son intérêt, son expertise, son investissement et sa patience.

Je remercie toute **l'équipe pédagogique de l'Institut de Formation de MassoKinésithérapie de Rouen** pour leur accompagnement tout au long de ces quatre années de formation. Merci à **M. Pommier** pour son accompagnement lors des cours d'anglais et de bibliographie.

Merci aux **membres du jury d'évaluation** pour l'intérêt qu'ils porteront à ce travail.

Je tiens à remercier **ma famille** pour leur soutien et leur patience tout au long de ma formation. Merci à eux de m'avoir accompagné dans chacun de mes projets. Merci à **ma mère** pour sa patience et sa bienveillance lors des relectures de ce travail.

Merci à **mes amis kinésithérapeutes** pour m'avoir entouré et fait passer les meilleures années de ma vie. Je suis fier de nous avoir vus évoluer et devenir ensemble des kinésithérapeutes. Une intention particulière à **Camille, Margot et Théo** qui m'ont épaulé et soutenu à de nombreuses reprises lors de ces quatre années. Merci pour tout.

Enfin, merci à **mes amis de lycées** de m'avoir suivi dans ma formation. Tout particulièrement **Ismérie** pour son soutien sans faille tout le long de mon année de PACES.



PRÉFET DE LA RÉGION NORMANDIE

Liberté
Égalité
Fraternité

Direction régionale de
l'économie, de l'emploi, du
travail et des solidarités

Pôle Entreprise et Solidarités
Unité certification sociale et paramédicale
2, place Jean Nouzille
CS 55427
14054 Caen CEDEX 4

Charte anti-plagiat de la Direction régionale de l'économie, de l'emploi, du travail et des solidarités de Normandie

La Direction Régionale de l'économie, de l'emploi, du travail et des solidarités (DREETS) délivre sous l'autorité du Préfet de région les diplômes de travail social et professions de santé non médicales.

Elle est également garante de la qualité des enseignements délivrés dans les dispositifs de formation préparant à l'obtention des diplômes des champs du travail social.

C'est dans le but de garantir la valeur des diplômes qu'elle délivre et la qualité des dispositifs de formation qu'elle évalue que les directives suivantes sont formulées à l'endroit des étudiants et stagiaires en formation.

Article 1 :

« Le plagiat consiste à insérer dans tout travail, écrit ou oral, des formulations, phrases, passages, images, en les faisant passer pour siens. Le plagiat est réalisé de la part de l'auteur du travail (devenu le plagiaire) par l'omission de la référence correcte aux textes ou aux idées d'autrui et à leur source »ⁱ.

Article 2 :

Tout étudiant, tout stagiaire s'engage à encadrer par des guillemets tout texte ou partie de texte emprunté(e) ; et à faire figurer explicitement dans l'ensemble de ses travaux les références des sources de cet emprunt. Ce référencement doit permettre au lecteur et correcteur de vérifier l'exactitude des informations rapportées par consultation des sources utilisées.

Article 3 :

Le plagiaire s'expose aux procédures disciplinaires prévues au règlement de fonctionnement de l'établissement de formation. En application du Code de l'éducationⁱⁱ et du Code pénalⁱⁱⁱ, il s'expose également aux poursuites et peines pénales que la DREETS est en droit d'engager. Cette exposition vaut également pour tout complice du délit.

Article 4 :

Tout étudiant et stagiaire s'engage à faire figurer et à signer sur chacun de ses travaux, deuxième de couverture, cette charte dument signée qui vaut engagement :

Je soussigné-e **LABOIS Marion** **atteste avoir pris**
connaissance de la charte anti plagiat élaborée par la DREETS de Normandie et de m'y être
conformé-e. Et certifie que le mémoire/dossier présenté étant le fruit de mon travail personnel,
je veillerai à ce qu'il ne puisse être cité sans respect des principes de cette charte.

Fait à Rouen, Le 1/05/2022 signature

ⁱ Site Université de Genève <http://www.unige.ch/ses/telecharger/unige/directive-PLAGIAT-19092011.pdf>

ⁱⁱ Article L331-3 du Code de l'éducation : « les fraudes commises dans les examens et les concours publics qui ont pour objet l'acquisition d'un diplôme délivré par l'Etat sont réprimées dans les conditions fixées par la loi du 23 décembre 1901 réprimant les fraudes dans les examens et concours publics ».

ⁱⁱⁱ Articles 121-6 et 121-7 du Code pénal.

Table des matières

1.	Introduction	1
2.	Cadre théorique	2
2.1.	La Paralyse Cérébrale.....	2
2.1.1.	Définition	2
2.1.2.	Epidémiologie	3
2.1.3.	Etiologie et facteurs de risques.....	3
2.1.4.	Tableau clinique	4
2.1.5.	Les troubles associés	6
2.1.6.	Classification fonctionnelle.....	7
2.1.7.	Physiopathologie	9
2.1.8.	Traitements.....	11
2.2.	Le pied équin	12
2.2.1.	Anatomie des muscles fléchisseurs plantaires de chevilles	13
2.2.2.	Anatomo-pathologie du pied équin	13
2.2.3.	Complications.....	17
2.2.4.	Traitements de l'équin.....	19
2.2.5.	Évolution de la marche.....	22
2.3.	Processus de problématisation.....	23
3.	Méthode.....	26
3.1.	Critères d'éligibilité.....	26
3.1.1.	Type de patients	26
3.1.2.	Type d'intervention	26
3.1.3.	Type de critère de jugement	26
3.1.4.	Langue	27
3.1.5.	Type d'article	27
3.2.	Source d'information.....	27
3.2.1.	Stratégie de recherche	28
3.3.	Processus de sélection des études.....	30
3.4.	Extraction des données	30
3.5.	Analyse et risques de biais.....	30

3.5.1.	Analyse des biais des essais contrôlés randomisés	31
3.5.2.	Analyse des biais des essais non randomisés	31
3.5.3.	Evaluation du niveau de preuve des études.....	32
3.5.4.	Analyse des biais de la revue systématique	32
3.6.	Quantification des résultats	32
3.7.	Critères d'évaluation.....	32
4.	Résultats	34
4.1.	Sélection des études.....	34
4.2.	Caractéristiques des études sélectionnées.....	36
4.3.	Risque de biais relatif aux études	41
4.3.1.	ROB2 (<i>Risk Of Bias Tool For Randomized Trials 2</i>)	41
4.3.2.	ROB2 (<i>Risk Of Bias Tool for Randomized Trials 2</i>) pour les études en crossover 42	
4.3.3.	MINORS (<i>Methodological index for non-randomized studies</i>).....	43
4.3.4.	Niveau de preuve des études	44
4.4.	Synthèse des résultats	44
4.4.1.	Modification du critère de jugement principal : Le TDM6.....	44
4.4.2.	Modification du critère de jugement secondaire : L'EMFG-88 D&E	45
4.4.3.	Modification du critère de jugement secondaire : L'EMFG-66.....	46
5.	Discussion	51
5.1.	Rappel de l'objectif de notre revue systématique.....	51
5.2.	Interprétation des résultats.....	52
5.2.1.	Résultat principal : évolution du TDM6	52
5.2.2.	Amélioration de l'EMFG-88.....	56
5.2.3.	Amélioration de l'EMFG-66.....	58
5.3.	Limites des études	60
5.4.	Limites de la revue systématique.....	62
5.5.	Mise en perspective des données.....	62
5.5.1.	Implication pour la recherche.....	62
5.5.2.	Implication professionnelle	63
5.5.3.	Implication personnelle	64
6.	Conclusion.....	65
7.	Source de financement	65

8.	Déclaration de conflit d'intérêt	65
9.	Bibliographie.....	66
10.	Table des illustrations.....	78
11.	Table des tableaux	78
12.	Annexes.....	79

1. Introduction

J'ai décidé d'orienter mon mémoire vers la prise en soin non chirurgical de l'enfant paralysé cérébral et ce pour différentes raisons.

Premièrement, le milieu de la prise en soin pédiatrique en kinésithérapie m'intéresse beaucoup. J'ai eu l'occasion de réaliser plusieurs stages en contact avec des enfants notamment un stage en Institut d'Education Motrice (IEM) où j'ai pu observer des prises en soin kinésithérapiques et par la suite les réaliser avec de jeunes patients atteints de pathologies neurologique dont la paralysie cérébrale (PC).

La PC est une pathologie complexe avec de nombreux tableaux cliniques différents. J'ai pu observer lors de mes stages la présence importante de pied équin chez les patients ainsi que les différents moyens thérapeutiques mis en place dans la lutte contre cette déformation orthopédique. La présence de gênes fonctionnelles ainsi que de douleurs occasionnées m'a amené vers ce sujet. De plus ce trouble orthopédique peut évoluer rapidement et passer d'un équin réductible à fixe entraînant alors des troubles de la statique ou de la marche. De ce fait, ces limitations impactent la qualité de vie de l'enfant. Il me semblait alors intéressant d'étudier les différents traitements kinésithérapiques visant à lutter contre le pied équin et de ce fait prévenir les complications secondaires.

Aucune revue systématique n'a été publiée sur ce sujet. La recherche sur ce thème reste encore à développer.

2. Cadre théorique

2.1. La Paralyse Cérébrale

2.1.1. Définition

La paralysie cérébrale (PC) est un trouble du développement du mouvement et de la posture entraînant également des limitations d'activités (1). Ces limitations sont associées à une lésion cérébrale non progressive sur un cerveau immature. Cette lésion peut survenir au cours de la période prénatale, périnatale ou dans les deux à trois premières années de vie (2).

La définition officielle de la PC a été publiée en 2006 après le congrès international de Bethesda (3) :

« La PC est définie par des troubles permanents du développement du mouvement et de la posture, responsables de limitations d'activités, imputables à des atteintes non progressives survenues sur le cerveau en développement du fœtus, du nouveau-né ou plus rarement du nourrisson. Les troubles moteurs de la PC sont souvent accompagnés par des troubles sensoriels, perceptifs, cognitifs, de la communication et du comportement, par une épilepsie et/ou par des problèmes musculo-squelettiques secondaires. »

Le terme de PC a été défini de différentes façons au cours du temps en fonction de la présence d'une atteinte des fonctions cognitives ou non. Effectivement, le terme d'Infirmité Motrice Cérébrale (IMC) a été introduit par Guy Tardieu lors des années 1950. Cette désignation a pour définition : *« la conséquence d'une lésion pré, péri ou postnatale précoce, pouvant s'accompagner d'atteintes sensorielles et d'atteintes partielles des fonctions supérieures à l'exception d'une déficience intellectuelle. »*. On parle d'Infirmité Motrice d'Origine Cérébrale (IMOC) lorsque cette lésion est associée à un retard mental (Quotient Intellectuel inférieur à 70) (4).

Désormais, les termes IMC et IMOC ne sont plus utilisés en France. On parle alors de PC, un terme plus général qui regroupe à la fois les IMC, les IMOC et les polyhandicaps non évolutifs d'origine cérébrale. Dans cette appellation sont à la fois inclus les enfants et les adultes ayant une atteinte cérébrale non-évolutive peu importe l'étiologie et leurs capacités intellectuelles (1,5).

2.1.2. Epidémiologie

La PC représente la déficience motrice la plus courante chez l'enfant (6). Elle touche environ deux enfants pour 1 000 naissances vivantes ce qui représente 1 500 enfants atteints pour 750 000 naissances chaque année en France. On recense un total de 125 000 personnes atteintes de PC en France et 17 millions dans le monde (4). Elle serait en moyenne 1,2 fois plus fréquente chez les garçons que chez les filles. Selon une récente étude des Centres pour le contrôle et la prévention des maladies (CDC), il existe une incidence plus importante chez les enfants nés prématurément avec un gradient négatif entre l'âge gestationnel à la naissance et l'incidence de la PC (2).

2.1.3. Etiologie et facteurs de risques

L'étiologie de la PC est non identifiée dans 40% des cas (6). La lésion cérébrale peut survenir lors de la période prénatal, périnatale et postnatale (7,8).

La période prénatale représente 70 à 80% des cas de PC identifiée (9).

Les principales causes des syndromes de PC en fonction de la période de vie sont recensées au sein du tableau I (8)

Tableau I. Principales causes des syndromes de PC

	Période prénatale	Période périnatale	Période postnatale
Causes	<ul style="list-style-type: none">- Problématiques maternelles in utero- Hypoxie / ischémie causée par des complications placentaires- Exposition maternelle à des toxines environnementales- Génétique	<ul style="list-style-type: none">- Naissance prématurée et ses complications possibles- Encéphalopathie- Hyperbilirubinémie- Ictère nucléaire- Asphyxie- Accident vasculaire cérébral (AVC)- Infections du SNC- Hypoxie causée par un accouchement difficile, une occlusion vasculaire, une hémorragie fœto-maternelle, l'inhalation de corps étrangers ou un trouble respiratoire pendant la naissance	<ul style="list-style-type: none">- Traumatisme (ex: noyade, étranglement, traumatisme crânio-cérébral)- Désordre systémique sévère ou infection (ex: AVC, méningite, septicémie, déshydratation)

Les causes de la PC sont nombreuses et parfois difficiles à établir (9). On retrouve une forte corrélation entre l'incidence de PC et la prématurité. Les enfants de très faible poids de naissance (<1 500g) présentent également un plus haut risque de PC (2).

2.1.4. Tableau clinique

La PC peut être décrite de différente manière en fonction de l'atteinte lésionnelle et de ses répercussions :

Selon la symptomatologie (5):

- **le tableau spastique** représente jusqu'à 85% des cas, ce qui représente la symptomatologie la plus fréquemment retrouvée dans la PC (3). Cette dernière entraîne des troubles de l'équilibre et une mauvaise commande motrice. La spasticité chez les paralysés cérébraux provient d'une atteinte du cortex moteur, plus précisément une atteinte de la voie pyramidale, ce qu'on appelle le syndrome du premier motoneurone. Cette atteinte provoquera une augmentation pathologique vitesse dépendante du réflexe d'étirement, des signes pyramidaux ainsi qu'une hypertonie des membres (10). Elle représente la principale cause de développement de trouble secondaire comme des déformations osseuses ou encore des contractures. La spasticité peut atteindre l'ensemble des muscles du corps. On la retrouve le plus souvent sur les muscles antigravitaires à savoir les muscles fléchisseurs des membres inférieurs (triceps sural, ischio jambier, ilio-psoas...) et extenseurs des membres supérieurs (triceps brachial) ;
- **le tableau dyskinétique** représente 6% des atteintes cérébrales. La symptomatologie dyskinétique est caractérisée par des mouvements involontaires, une diminution du contrôle moteur sélectif, une dystonie (contraction prolongées, involontaires musculaire), une athétose (mouvement involontaire, incontrôlable, incoordonné des muscles agonistes et antagonistes) ou encore des chorées (mouvements rapides, irréguliers, imprévisibles et excessifs). L'atteinte cérébrale provient d'une lésion des noyaux gris ;
- **le tableau ataxique** représente également 6% des symptomatologies de la PC. Il est caractérisé par des ataxies hypotoniques et des tremblements intentionnels. Ce dernier

est dû à une lésion cérébelleuse qui entrainera par la suite des troubles de l'équilibre et une atteinte du sens des repères dans l'espace.

Il existe également des atteintes **mixtes**. C'est-à-dire que la personne souffrant de PC pourra combiner deux voire trois tableaux cliniques comme par exemple le tableau spastique et ataxique, la personne présentera donc de la spasticité et des troubles de l'équilibre.

Sur le plan topographique, dépend de la zone du cortex cérébral touché :

- **quadriplégie** : représente une atteinte des deux membres supérieurs et des deux membres inférieurs ;
- **diplégie/paraplégie**: c'est une atteinte des deux membres inférieurs avec une atteinte moindre du tronc et des membres supérieurs (11) ;
- **hémiplégi**e: correspond à une atteinte d'un hémicorps à savoir un membre supérieur et un membre inférieur du même côté. On retrouve souvent une prédominance de l'atteinte au niveau du membre supérieur touché (5) ;
- **monoplégie**: est une atteinte d'un seul membre. Cette forme est rare, elle représente 1% des atteintes (5) ;
- **triplégie** : elle correspond à une atteinte de trois membres (le plus souvent les deux membres inférieurs et un membre supérieur). On retrouve une asymétrie au niveau de l'atteinte des membres supérieurs avec des troubles plus importants du côté du bras touché (5).

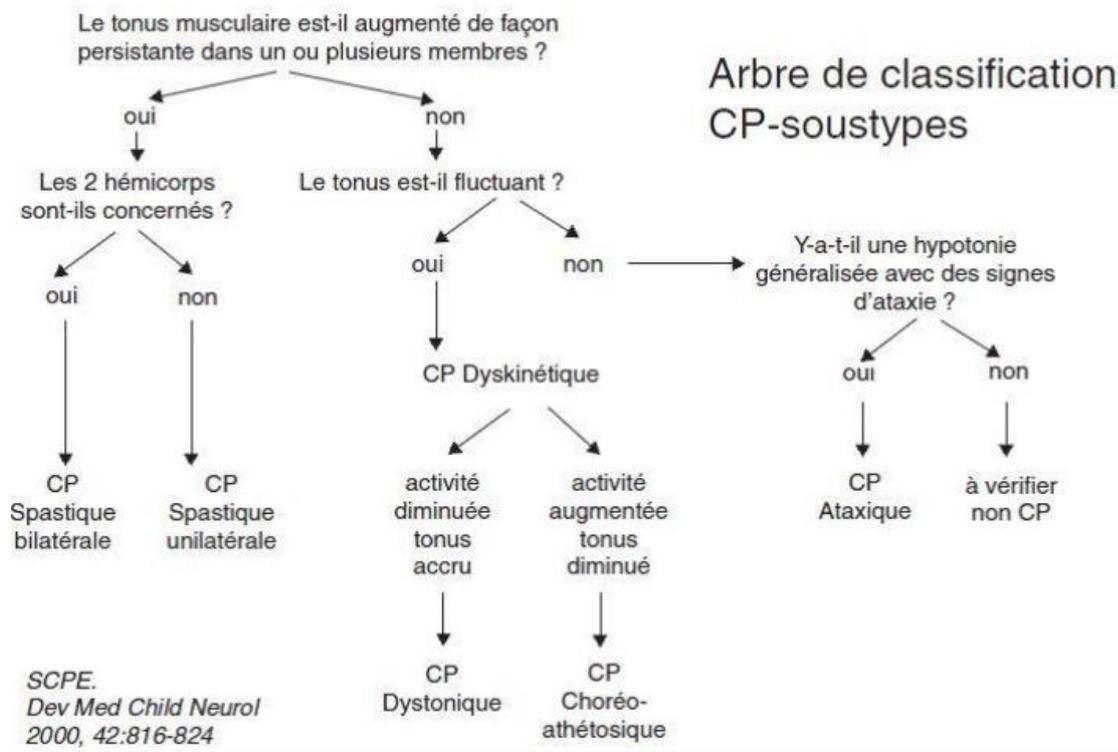


Figure 1. Arbre de classification de la PC (SCPE ;2001)

2.1.5. Les troubles associés

Même si la PC est principalement définie comme une atteinte cérébrale ayant des conséquences motrices, ce sont rarement les seules manifestations observées.

La lésion cérébrale causée par la PC est rarement localisée. Par conséquent, des atteintes aux niveaux de différentes sphères du développement sont fréquentes. De part ces atteintes, de nombreuses symptomatologies peuvent survenir. La PC peut donc être associée à d'autres troubles moteurs, sensoriels, perceptifs, cognitifs, de la communication, du comportement ou encore à de l'épilepsie. (4)(12) Parmi les troubles associés, on retrouve par ordre d'importance :

- la douleur ;
- la déficience intellectuelle ;
- la limitation de marche ;
- des troubles du langage comme la dysphasie, la dysorthographe... ;

- des troubles oculaires comme des troubles neuro-visuels, des strabismes, nystagmus, cécité... ;
- l'incontinence ;
- l'épilepsie, elle est plus fréquente chez les enfants hémiplésiques (40%) que chez les diplésiques (5%) ;
- les troubles du sommeil ;
- les troubles du comportement et cognitifs comme les dyspraxies, dyscalculie... ;
- des dyspraxies bucco faciale qui sont responsable de bavage, de troubles articulatoires et de déglutition ;
- une déficience visuelle grave.

2.1.6. Classification fonctionnelle

La PC peut être classée de façon fonctionnelle grâce à des outils tels que la GMFCS-E&R, la MACS ou encore la CFCS.

La **GMFCS-E&R (Gross Motor Function Classification System- Expanded and Revised)** ou le **Système de Classification de la Fonction Motrice Globale - Étendu, Revu et Corrigé** permet de classer les enfants souffrant de PC en cinq niveaux en s'appuyant sur les mouvements volontaires notamment la station assise, les transferts et la mobilité (13). Ce système de classification est validé en France et s'applique chez les enfants de moins de deux ans et ce jusqu'à l'âge de dix-huit ans.

Le **niveau I** représente la marche sans restriction de mouvements, l'enfant peut marcher à l'extérieur et dans la collectivité. Il est capable de monter un escalier sans se tenir. Il est également capable de courir et sauter cependant leur équilibre, leur vitesse et leur coordination sont limités.

Le **niveau II** représente la marche avec restriction de mouvement, l'enfant peut marcher dans la majorité des environnements, il peut monter les escaliers mais a besoin de se tenir. Il a une moins bonne endurance et a des difficultés à garder son équilibre sur des terrains accidentés, des terrains en pentes, au milieu de la foule ou dans un lieu exigü. Pour les longues distances, il peut utiliser différentes aides techniques à la marche. En ce qui concerne les sauts ou la course les capacités de l'enfant sont limitées.

Le **niveau III** représente la marche avec aide technique à la marche. L'enfant marche en utilisant une aide technique dans la plupart des environnements intérieurs. Il peut monter les escaliers sous supervision ou aide en se tenant. Pour les grandes distances, l'enfant utilise des aides à la mobilité sur roues.

Le **niveau IV** représente la mobilité autonome avec restriction des mouvements. L'enfant peut utiliser une aide motorisée. Il utilise dans la plupart des situations des aides à la mobilité motorisée ou une assistance physique. Il est capable de marcher sur de courtes distances à domicile avec une assistance physique ou une aide motorisée ou un déambulateur à soutien corporel. A l'école, à l'extérieur ou lorsqu'il y'a du monde l'enfant est en fauteuil roulant manuel ou motorisé.

Le **niveau V** correspond au déplacement en fauteuil roulant manuel poussé par un adulte. L'enfant est en fauteuil roulant pour tous les déplacements. L'enfant est limité dans sa capacité à maintenir sa tête, garder une bonne posture du tronc, contrôler ses jambes et les mouvements des bras.

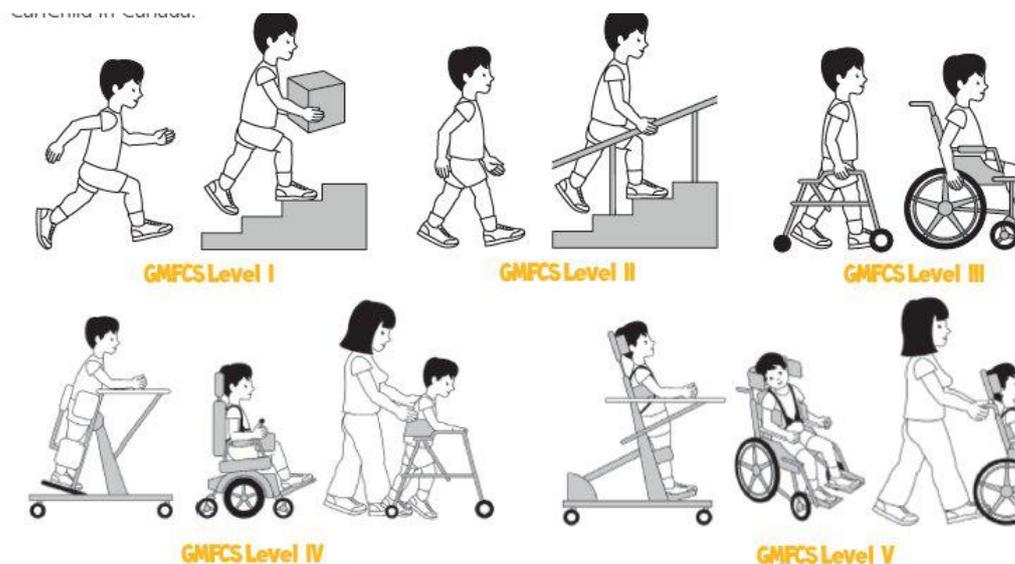


Figure 2. Gross Motor Function Classification System - Expanded and Revised (GMFCS-E&R)

Les proportions de chaque GMFCS de I à V sont respectivement 34,2%, 25.6%, 11.5%, 13.7% et 15.6% chez les enfants ayant une moyenne d'âge de dix ans et cinq mois. (14)

Afin d'identifier et de fixer des objectifs individualisés, la PC doit être qualifiée avec sa topographie, sa symptomatologie et son GMFCS.

Le système de **Classification des Habiletés Manuelles (MACS)** permet de décrire cinq niveaux selon lesquels les enfants atteints de PC se servent de leurs mains pour manipuler des objets (15). Cette classification est disponible en Annexe A.

Le système de **Classification des Fonctions de Communication (CFCS)** est utilisé afin de classer en cinq niveaux les enfants atteints de PC en fonction de leurs performances de communication quotidienne (16). La CFCS se trouve en Annexe B.

2.1.7. Physiopathologie

La PC provient d'une lésion cérébrale stable pouvant causer des troubles de la fonction et de l'équilibre musculaire. On retrouvera alors des anomalies de la posture et du mouvement (comme des troubles de la marche par exemple). Les muscles sont sollicités de manière anormale et des forces anormales s'appliquent sur le squelette en croissance. À cause de ces différents phénomènes, les enfants atteints de PC souffriront de rétractions musculaires, de déviations axiales et de torsion du squelette.

L'analyse des problèmes moteurs des enfants atteints de PC permet de les différencier en trois niveaux :

- les anomalies primaires : résultent directement de l'atteinte cérébrale et des troubles de la commande motrice qui en découle comme la sélectivité motrice ou les déséquilibres musculaires;
- les anomalies secondaires : se développent progressivement et résultent à la fois de la croissance osseuse et musculaire et des problèmes primaires. Elles sont la conséquence de forces musculaires anormales s'exerçant dans des positions défavorables;
- les anomalies tertiaires : sont des anomalies volontaires permettant de compenser et de faciliter le déplacement et les différentes activités rendues difficiles suite aux anomalies primaires et secondaires. La prise en charge précoce des anomalies primaires et secondaires permet de prévenir la survenue d'anomalies tertiaires.

Le pied équin fait partie des anomalies secondaires, il peut être causé par la spasticité des muscles fléchisseurs plantaires.

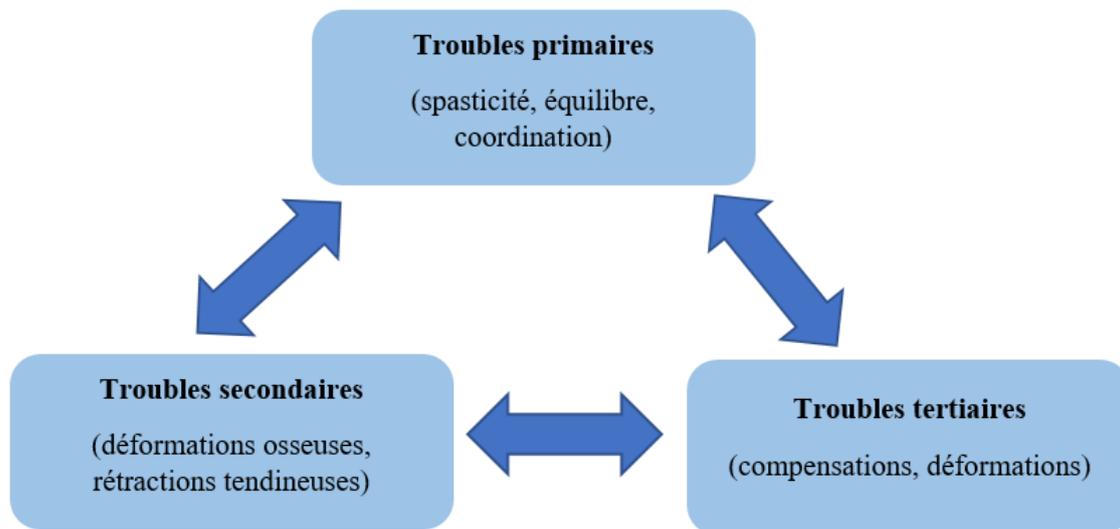


Figure 3. Les différents troubles de la paralysie cérébrale au cours de la croissance de l'enfant (38)

2.1.7.1. La spasticité

Le muscle au repos est soumis à une pression de base appelée tonus musculaire. Lorsque cette tension augmente, le muscle se trouve en hypertonie musculaire. La spasticité est une forme d'hypertonie musculaire caractérisée par une augmentation de la résistance musculaire à l'étirement. *Lance* en décrit la spasticité comme un désordre moteur caractérisé par une augmentation du réflexe tonique d'étirement sensible à la vitesse et par une augmentation des réflexes ostéo-tendineux.

Un ensemble de symptômes sont associés à la spasticité, ils sont regroupés sous le terme de syndrome pyramidal ou de syndrome du motoneurone supérieur. On retrouve :

- une augmentation de l'amplitude des réflexes ostéotendineux avec un élargissement de la zone de déclenchement. Son expression peut être multiple et transmise à d'autres groupes musculaires (syncinésies) ;

- les réflexes de flexions, ils peuvent être déclenchés par divers stimuli tels que cutanés, articulaires ou douloureux ;
- une perte de sélectivité de l'activation musculaire : lors d'une lésion du système nerveux central, les muscles agonistes et antagonistes sont recrutés en même temps, le mouvement devient alors impossible. C'est le phénomène de co-contraction.

De par ces actions, la spasticité aura des effets délétères sur la croissance et la locomotion des enfants. Elle entraîne une augmentation de la consommation d'énergie lors des mouvements, elle empêche la bonne réalisation des mouvements volontaires et l'agencement des étapes de la marche. Du fait de l'étirement quotidien insuffisant de certains groupes musculaires, la spasticité inhibe la croissance musculaire. Enfin, l'action des forces s'exerçant autour des os et des articulations est modifiée ce qui a pour conséquence de créer des limitations articulaires ainsi que des déformations osseuses.

Lors de l'adolescence, les déformations orthopédiques ont tendance à s'aggraver notamment au niveau du rachis, de la hanche, du genou et du pied. Cela peut s'expliquer par la croissance, la prise de poids, la puberté, la sédentarité et la diminution de la prise en soin kinésithérapique.

Afin d'évaluer la spasticité, deux échelles existent :

- la **cotation d'Ashworth** (*Ashworth 1964*) dans sa version modifiée qui est plus précise (*Bohannon 1987*). C'est un score allant de 0 à 4 basé sur la résistance musculaire au réflexe d'étirement ;
- le **score de Tardieu**, c'est une échelle qui évalue la spasticité en fonction de l'intensité du réflexe d'étirement de 0 à 5, de la vitesse V du mouvement : V1 pour le mouvement lent, V2 contre pesanteur et V3 pour le mouvement rapide et de l'angle d'apparition du réflexe. L'évaluation doit toujours être réalisée dans les mêmes conditions.

2.1.8. Traitements

Il n'existe pas de traitement curatif de la PC, les différents traitements concerneront les symptômes présents chez l'enfant. Le traitement doit être holistique et pluridisciplinaire c'est-à-dire s'intéresser à la globalité de l'enfant (17). La marche est un des objectifs les plus importants cependant ce n'est pas l'unique objectif. Le traitement a pour but la fonction, de ce fait il y'aura un travail sur l'utilisation des membres supérieurs, la communication, l'aide à l'apprentissage scolaire et également une prise en charge psychologique. Tout au long de la

croissance de l'enfant, une prise en charge kinésithérapique régulière et un appareillage adapté seront indispensables à la prévention et la lutte contre les déformations orthopédiques ainsi que la stimulation des niveaux d'évolution motrice (18).

Concernant le traitement de la spasticité, il est nécessaire d'évaluer la balance bénéfique/risque. En effet, dans certains cas où la motricité volontaire est très faible, la spasticité peut être bénéfique (maintien de la position debout pas exemple) il est alors délétère de réduire cette hypertonie.

Le traitement de la spasticité permet de lutter contre les rétractions articulaires. Dans le cas où la spasticité a un effet négatif sur la fonction, plusieurs traitements pharmacologiques, chirurgicaux et neurochirurgicaux sont disponibles.

2.2. Le pied équin

Parmi les troubles associés, le pied équin représente la déformation du pied la plus fréquemment rencontrée chez les enfants atteints de PC. L'équin se caractérise par une flexion plantaire excessive de l'arrière-pied par rapport à la cheville, avec un alignement normal du milieu du pied et de l'avant-pied. Ce trouble orthopédique est la conséquence de la spasticité des muscles fléchisseurs plantaires de la cheville (triceps sural, tibial postérieur) (19). La démarche en pied équin entraîne des instabilités avec risque de trébuchements et de chutes, une dépense énergétique excessive associée à une augmentation de la fatigue, une moins bonne tolérance à la marche et à l'exercice. On retrouve également des douleurs et des déformations osseuses et des tissus mous à long terme (20)

Il existe différents types d'équins :

- Les **équins dynamiques** peuvent être réduits passivement mais peuvent devenir fixes avec le temps. Ils seront pris en charge via un traitement conservateur comme la kinésithérapie, le port de plâtres ou d'orthèses, la toxine botulique...
- Les **équins fixes** ne sont pas réductibles, ils seront traités via chirurgie comme par exemple l'allongement, le transfert de tendon, la tarsectomie... Le traitement chirurgical présente trois complications possibles : la récurrence du pied équin, la sur correction de l'équin et l'apparition d'un pied en griffe. (21)

2.2.1. Anatomie des muscles fléchisseurs plantaires de chevilles

L'équin apparaît le plus souvent suite à la spasticité du triceps sural. C'est le troisième muscle le plus puissant du membre inférieur derrière le grand fessier et le quadriceps. Le triceps sural se situe dans la loge postérieure de la jambe et donne la forme du galbe du mollet. Il est composé de trois chefs musculaires répartis en deux plans :

- le **muscle soléaire** se trouve dans le plan profond, il prend origine sur le tiers moyen de la face postérieure du tibia, de la fibula et de la membrane interosseuse ;
- dans le plan superficiel se trouve les **muscles gastrocnémiens médial et latéral**. Ils s'insèrent au niveau des coques condyliennes et des tubercules sus condyliens. Ils se rejoignent par la suite sur la ligne médiane.

Les différents chefs musculaires se réunissent pour former un tendon commun qui se terminera sur la face postérieure du calcaneum : le **tendon d'Achille** (22). Les gastrocnémiens sont innervés par le nerf tibial (racine S1/S2). Le soléaire est innervée par un nerf qui né du nerf tibial : le nerf supérieur (pour la partie postérieure du soléaire) et inférieur (pour la partie antérieure) du soléaire (racine L5-S1-S2). De par leurs insertions, les muscles gastrocnémiens sont bi articulaire et le soléaire est mono articulaire. La contraction du triceps sural entraîne une flexion plantaire de cheville et une flexion de genou de par la composante bi articulaire des gastrocnémiens (22).

L'action des gastrocnémiens dépend du degré de flexion du genou : leurs efficacités est maximale lors de l'extension de genou. Cependant, ils sont inefficaces lorsque le genou est plié (car ils sont en course interne) alors le soléaire est le seul à rentrer en jeu.

2.2.2. Anatomopathologie du pied équin

2.2.2.1. Définition

L'équin de cheville est un trouble orthopédique dans lequel la cheville est en flexion plantaire excessive, la flexion dorsale se retrouve donc limitée. Il est directement lié à l'hypertonie du triceps sural qui peut être également associé à une faiblesse des releveurs du pied ou être secondaire à une marche avec flexum de hanche ou de genou. (19)

2.2.2.2. Prévalence

L'incidence de survenue d'un équin est aux alentours de 93% chez les patients ayant une PC. On retrouve une prévalence de 99% de pied équin dans la PC unilatérale et 65% dans la PC bilatérale. (24)

A l'âge de 18-24 mois, les enfants commencent à avoir une tendance à se tenir debout en équin. Jusqu'à l'âge de quatre à sept ans, cet équin est principalement dynamique sans contractures musculaires fixes. Lorsque les enfants sont âgés de six à sept ans, des contractures fixes se développent principalement au niveau du gastrocnémien dans les cas de diplégie et de quadriplégie. L'hémiplégie présente plus souvent des contractures des gastrocnémiens et du soléaire. Au cours du temps, ces contractures musculaires peuvent s'aggraver. L'équin est souvent associé à la spasticité. La spasticité des fléchisseurs plantaires est plus importante vers l'âge de trois à cinq ans, puis elle devient moins sévère ; et chez certains enfants, l'équin a également tendance à diminuer. Au cours de la croissance de l'adolescent, le poids du corps augmente plus rapidement que la structure des muscles des membres inférieurs. Cette croissance semble également diminuer l'équin. L'histoire naturelle de l'équin étant très variable, il est important d'avoir un processus d'évaluation clinique continue jusqu'à ce que l'enfant termine sa croissance.

2.2.2.3. Causes

La spasticité est la cause de déséquilibre entre les muscles agonistes et antagonistes. On observe alors des modifications de forces et de contraintes autour des articulations en question causant à la fois des limitations articulaires ainsi que des déformations orthopédiques comme le pied équin par exemple.

Ces déformations proviennent aussi de la croissance des enfants. Des études ont montré que la croissance osseuse était supérieure à la croissance des muscles chez les enfants atteints de PC. Lors de la croissance, les muscles ont besoin d'un certain temps afin de produire suffisamment de sarcomères. Cependant dans le contexte de la PC, ce temps n'est pas assez long, la croissance musculaire se retrouve inhibée. On retrouve alors une longueur des muscles inadaptée par rapport au segment osseux. Comme l'os grandit plus vite que le muscle, ce dernier se retrouve étiré et exerce une contrainte sur l'articulation. Les déformations orthopédiques sont plus

fréquentes aux membres inférieurs et prédominant chez les enfants non-marchants avec un GMFCS IV ou V (25).

2.2.2.4. Evaluation du pied équin

Le diagnostic du pied équin est clinique (21). Son évaluation commence par une anamnèse où les parents et l'enfant seront interrogés sur les antécédents de l'enfant (histoire de l'équin, autres pathologies...), le type d'appareillage ainsi que les aides techniques mises en place et l'ensemble des traitements de l'enfant (médicaments, chirurgie, kinésithérapie, orthèses...).

(19)

Pour évaluer l'équin, il est nécessaire de connaître la cause de ce dernier afin d'orienter la prise en charge :

- cause primaire : vient directement d'un déséquilibre entre les muscles de la cheville. Le plus fréquent étant la spasticité du triceps sural ou autres fléchisseurs plantaires de la cheville ;
- cause secondaire : est la cause d'un trouble orthopédique autre tel qu'une attitude en flexion de hanche ou de genou.

Selon le *Center National Control and Prevention* l'amplitude physiologique de flexion dorsale de cheville est d'environ 24.8° chez les femmes et 22.8° chez les hommes. Selon le CPUP (*Cerebral Palsy Follow-Up Program*), chez les enfants atteints de PC les normes sont différentes. Les amplitudes articulaires sont recensées dans le tableau II (48) :

Tableau II. Amplitudes articulaires chez les enfants atteints de PC

GMFCS I-III			
	Amplitude critique	Amplitude moyenne	Amplitude correcte
Flexion dorsale de cheville (genou fléchi)	$\leq 10^\circ$	$>10^\circ$ $<20^\circ$	$\geq 20^\circ$
Flexion dorsale de cheville (genou tendu)	$\leq 0^\circ$	$>0^\circ$ $<10^\circ$	$\geq 10^\circ$

GMFCS IV-V			
	Amplitude critique	Amplitude moyenne	Amplitude correcte
Flexion dorsale de cheville (genou fléchi)	$\leq 0^\circ$	$> 0^\circ < 10^\circ$	$\geq 10^\circ$
Flexion dorsale de cheville (genou tendu)	$\leq -10^\circ$	$> -10^\circ < 0^\circ$	$\geq 0^\circ$

Le **test de Silfverskiöld** (figure 4) peut être utilisé chez les enfants atteints de PC afin de différencier l'équin des gastrocnémiens et des soléaires, l'équin osseux, la contracture des tissus mous, et la déformation des tissus mous ou osseux. Ce dernier consiste dans un premier temps à mesurer la dorsiflexion de cheville avec le genou en extension puis avec le genou en flexion à 90°. Une limitation de la dorsiflexion de la cheville lors de l'extension et de la flexion du genou indique un équin dû aux gastrocnémiens et au soléaire, tandis qu'une dorsiflexion améliorée lors de l'extension du genou indique uniquement un équin gastrocnémien (26, 27). Une fois l'équin objectivé, les options thérapeutiques peuvent être déterminées.

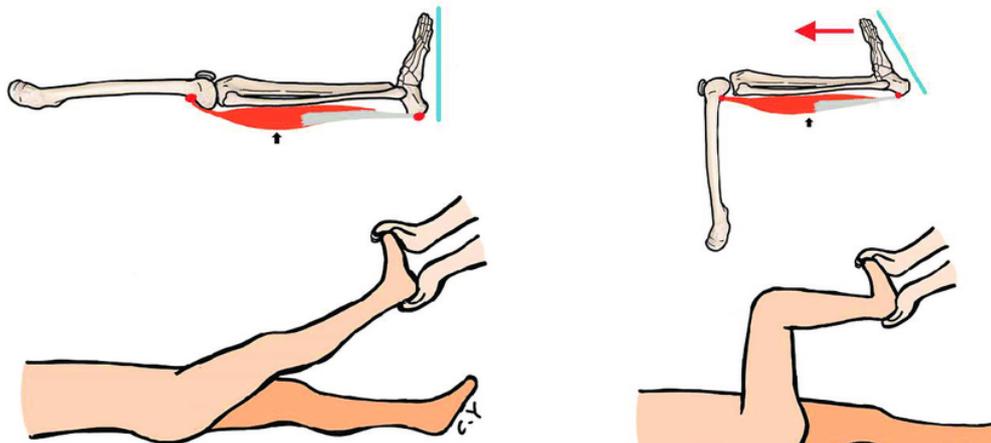


Figure 4 Le test de Silfverskiöld.

Chez les enfants pouvant se tenir en position érigée statique, nous pourrions déterminer le moyen de compensation de l'équin dans cette position. L'équin fixe de cheville est compensé par une hyper extension de genou couplée à une flexion de hanche homolatérale. Un équin dynamique

peut être compensé par un recurvatum de genou homolatéral. Une flexion de genou homolatérale ainsi qu'une hyperlordose peuvent être observées dans les cas les plus sévères, cette adaptation rend la station debout et la marche quasiment impossible sans aides techniques. (27)

2.2.3. Complications

2.2.3.1. Les différents types de marche chez les PC

2.2.3.1.1. La marche chez l'hémiplégique

Winter et al. ont proposé en 1987 une classification de la marche chez les hémiplégiques spastiques (Annexe C). Quatre niveaux sont décrits allant du type I (atteinte la plus faible) au type IV (atteinte la plus sévère) :

- **type 1** : l'enfant présente un défaut de flexion dorsale de la cheville lors de la phase oscillante (non portante) de la marche causée par une hyperactivité du triceps sural et une faiblesse du tibial antérieur. L'enfant aura tendance à compenser par une augmentation de la flexion du genou et/ou de la hanche lors de la phase oscillante ainsi que par une antéversion du bassin ;
- **type 2 « true equinus »** : l'enfant présente une flexion plantaire de la cheville en phase d'appui. Les sujets de type 2 ont une rétraction des muscles fléchisseurs plantaires de la cheville : triceps sural et/ou tibial postérieur et long fléchisseur des orteils ;
 - type 2A : le genou est en position normale et la hanche en extension,
 - type 2B : le genou est en recurvatum et la hanche en extension
- **type 3 « true equinus / jump knee »** : l'enfant présente les mêmes anomalies que le type 2 avec une flexion de genou insuffisante lors de la phase oscillante. On retrouve une flexion excessive de la hanche associée à une antéversion du bassin. Le sujet peut compenser en montant sur le pied controlatéral ou encore en fauchant du côté hémiplégique ;
- **type 4** : l'enfant présente toutes les caractéristiques du type 3 associé à un déficit au niveau de la hanche (adduction / rotation interne et flexion de hanche). Le déficit au niveau de la hanche peut être compensé par une augmentation de la lordose en fin de phase d'appui.

2.2.3.1.2. *La marche chez le diplégique spastique*

Rodda et Graham ont proposé en 2004 une classification de la marche chez le patient diplégique spastique en prenant en compte l'ensemble des articulations des membres inférieurs dans un plan sagittal, disponible en annexe D. Elle comprend cinq types de marche différents. On retrouve chez les enfants et adolescents ayant un pied équin :

- le « *true equinus* » : la cheville se présente avec une flexion plantaire excessive et un angle tibio tarsien supérieur à 90°. Le genou est en position d'extension voir en léger recurvatum, la hanche est étendue. Le bassin peut être en position normale ou antéversé. On retrouve une spasticité dominante du triceps sural ;
- le « *jump gait* » : comme le « true equinus », la cheville présente un angle tibio-tarsien toujours supérieur à 90°. Les genoux et les hanches sont en flexion excessive pendant le début de la phase d'appui et en fin de phase oscillante. Les hanches et les genoux peuvent s'étendre en fin d'appui mais jamais jusqu'à l'extension. Le bassin peut être en position normale ou antéversé avec la présence d'une hyperlordose lombaire ;

2.2.3.2. *Marche en équin*

La marche en équin est l'une des anomalies les plus fréquentes chez les enfants atteints de PC. L'équin est initialement dynamique car il est réductible, ce dernier est traité via des moyens conservateurs (kinésithérapie, toxine botulique, étirements...). Cependant, même en présence de traitements, l'équin peut devenir fixe et de ce fait nécessiter un traitement chirurgical.

On retrouve lors de la marche en équin, une flexion plantaire de cheville excessive qui peut être accompagnée d'une hyper extension ou d'une flexion de genou. La position du genou lors de la marche en équin dépend de la présence ou non de contracture musculaire. Un enfant avec une contracture des muscles ischio-jambiers (fléchisseurs de genou) se retrouveront avec un flexum de genou contrairement à ceux qui n'en n'ont pas (28)

2.2.3.3. *Troubles orthopédiques*

La présence d'un équin va modifier la statique globale du corps, des adaptations vont alors se mettre en place afin de rétablir une certaine « homogénéité » et de se rapprocher le plus possible d'une statique physiologique.

Parmi les troubles orthopédiques directement imputables à l'équin, on retrouve (19) :

- des complications secondaires : dislocation du médiotarse, hyperlordose lombaire, rétraction du tendon d'Achille ;
- des complications tertiaires : flexum/ recurvatum du genou, valgum des genoux, flexum de hanche, démarche en *crouch gait* soit une flexion dorsale de cheville, flexion excessive de genou et de hanche associé à une rotation interne de hanche, déformation en Z des membres inférieurs.

2.2.4. Traitements de l'équin

2.2.4.1. Traitements conservateurs

On retrouve dans les traitements conservateurs de l'équin la kinésithérapie, le strapping/ taping, les orthèses, les injections de toxines botuliques et également les plâtres. Ils peuvent être utilisés seuls, cependant, ils présentent de meilleurs résultats lorsqu'on les combine. (29)

Concernant la kinésithérapie, différentes techniques de rééducation peuvent être mises en œuvre pour limiter les complications liées à la spasticité :

- les étirements et postures : ils permettent d'augmenter l'amplitude articulaire et la fonction motrice. L'objectif est d'améliorer les propriétés viscoélastiques du muscle et d'avoir un effet sur l'extensibilité des fibres (30). La HAS (Haute Autorité de Santé) ne recommande pas de proposer des étirements passifs et des postures passives diurnes chez les enfants atteints de PC (grade B), cependant il est recommandé de proposer des postures passives nocturnes afin de réduire les troubles musculo squelettique chez ces mêmes enfants (grade C) (47);
- les mobilisations : elles préviennent les phénomènes de rétractions musculaires. Dans certains cas, elles peuvent être combinées avec la mise en place d'un traitement médicamenteux supplémentaire. (31) ;
- le renforcement musculaire : il a un effet positif sur la force musculaire, la fonction motrice et les comorbidités de la PC. De plus, il permet une meilleure participation sociale chez l'enfant (32, 33). La HAS recommande de proposer des exercices de renforcement musculaire tout au long de la vie et de manière pluri-hebdomadaire dans le but de réduire la morbidité générale (métabolique, cardio-vasculaire...) et la mortalité. Il est également recommandé de proposer des exercices contre résistance combinés à la rééducation fonctionnelle conventionnelle dans le but d'améliorer la vitesse de marche

(grade B). Il est recommandé de proposer des exercices de renforcement musculaire dans le but d'améliorer l'endurance et la force musculaire des enfants et adolescents diagnostiqués de PC de type spastique (grade C) (47);

- la stimulation électrique : on retrouve l'électromyostimulation du muscle spastique ici le triceps sural par exemple ou de son antagoniste parésié ou la stimulation cutanée au niveau du dermatome qui concerne les muscles spastiques. Cependant, la durée des bénéfices est peu durable (rarement au-delà de 24h) (34). Selon la HAS, l'électrostimulation neuromusculaire peut être proposée en complément de la rééducation et réadaptation fonctionnelle conventionnelle dans le but d'améliorer la force des muscles gastrocnémiens des enfants et adolescents diagnostiqués de PC spastique (grade C) (47) ;
- on peut citer d'autres techniques de rééducation ayant comme effet de diminuer la spasticité tel que la cryothérapie, les ondes de chocs (grade C), les ultrasons, les vibrations (grade C) ou encore le TENS. (35)

Concernant le kinesiotaping, le principe est de laisser libre les mouvements de l'articulation de la cheville tout en évitant un étirement important des muscles adjacents. Le montage de kinesiotaping peut être gardé entre trois à cinq jours. La bande de tape est appliquée sur la longueur du muscle souhaité en position d'étirement, ici le triceps sural. La bande peut avoir deux effets en fonction du montage : si elle est appliquée de l'insertion terminale à l'origine du muscle, elle aura un effet myorelaxant, cependant si elle est appliquée de l'origine du muscle vers l'insertion terminale elle aura pour but une stimulation musculaire. (36)

Les orthèses sont utilisées dans le but de corriger les équins non fixes. On retrouve plusieurs types d'orthèses : les orthèses de marche permettent de lutter contre les complications fonctionnelles et les rétractions liées à l'équin. Les orthèses de postures assurent une position orthopédique la plus physiologique possible. Chez les enfants marchants, elles sont le plus souvent portées la nuit. On retrouve également des orthèses de fonction anti-équin permettant une mobilité en flexion dorsale de cheville tout en inhibant la flexion plantaire. Elles diminuent alors l'équin dynamique lors de la marche et lutte contre le steppage lors de la phase oscillante. Selon la HAS, en cas de déficit moteur du pied et de la cheville, il est recommandé d'utiliser une orthèse cheville-pied de fonction dans le but d'améliorer la vitesse de marche et la dorsiflexion de la cheville (grade B). De plus, en cas de déambulation avec équin dû à une

spasticité, il est recommandé d'utiliser une orthèse cheville-pied de fonction dans le but d'améliorer la cinématique des membres inférieurs des enfants diagnostiqués de PC (grade A) (47).

La toxine botulique de type A est une produite par le *Clostridium botulinum*, elle a pour effet d'empêcher l'acétylcholine d'être verser dans la jonction neuromusculaire ce qui permet une diminution temporaire de la spasticité du muscle. La toxine est injectée dans le muscle spastique, par exemple le triceps sural, ce qui a pour effet de diminuer la spasticité et donc la posture en équin. Les effets de la toxine durent entre trois et six mois (37). Dans certains cas, la jambe est placée dans un plâtre qui sera changé régulièrement. L'injection est à répéter si nécessaire. Elle fait partie des traitements conservateurs du pied équin, cependant ce n'est pas un acte kinésithérapique. De ce fait, la toxine botulique ne sera pas abordée au sein de cette revue systématique.

Le pied équin peut également être corrigé par la mise en place successive de plâtre. Ces derniers seront changés toutes les semaines ou deux fois la semaine. Ils permettent de maintenir les effets positifs de la manipulation (gain d'amplitude par exemple). Il est recommandé de plâtrer les enfants le plus tôt possible afin de profiter de l'élasticité des ligaments, de la capsule ainsi que des tendons et de ce fait avoir de meilleurs résultats. Les plâtres plaçant le pied à 90° de dorsiflexion et le genou en extension permettent un étirement optimal du triceps sural. Ces plâtres sont souvent associés à la toxine botulique afin d'avoir le meilleur résultat possible (36).

2.2.4.2. *Traitement chirurgical*

Il existe différents traitements chirurgicaux orthopédiques visant à augmenter l'amplitude de flexion dorsale de cheville. (38)

- la **technique de Vulpius** : cette intervention combine une désinsertion basse des gastrocnémiens à une aponévrotomie du muscle soléaire. Elle est réalisée dans le cas où l'équin est mixte et persiste lorsque le genou est en flexion;
- **l'intervention de Strayer** : elle correspond à une désinsertion basse des muscles gastrocnémiens, elle est indiquée dans les cas où l'équin est imputable aux gastrocnémiens ;
- l'allongement du tendon calcanéen.

L'équin fixe peut également être réduit via la neurochirurgie fonctionnelle. Ces interventions ont pour but de sectionner définitivement des structures nerveuses centrales ou périphériques. Parmi ces dernières on retrouve la neurotomie périphérique sélective, la rhizotomie postérieure et la dreztomie (38).

2.2.5. Évolution de la marche

On retrouve différentes étapes menant à l'acquisition de la marche chez les enfants ayant un développement physiologique. Le nourrisson acquiert la tenue de la tête vers trois mois et la station assise entre six et neuf mois. A six mois, les membres sont dissociés, permettant une coordination entre ces derniers. L'acquisition de la station debout se fait aux alentours de dix mois et la marche libérée entre douze et dix-huit mois. L'enfant attaque le pas avec le talon vers dix-huit mois. La course et le saut sont acquis vers trois ans et le cloche pied à quatre ans et demi. L'établissement du schéma de marche de l'adulte se fait vers sept ans. (39)

La marche apparaît de manière plus tardive chez les enfants atteints de PC. De plus, ils développent des types de marches anormales (40).

On retrouve une diminution des paramètres spatio-temporaux de la marche en comparaison avec un enfant sain (41), une longueur des pas variable (41, 42) et une diminution de l'équilibre (42). La marche peut devenir trois fois plus coûteuse que chez un enfant sain. De plus, le coût énergétique de la marche est proportionnel à l'importance des troubles fonctionnels, plus le trouble fonctionnel est important plus le coût énergétique de la marche le sera (43). L'altération des fonctions locomotrices chez l'enfant PC est prédictive d'une diminution des capacités d'activités, de participation et d'interaction sociale (44). L'évolution des anomalies secondaires comme le pied équin va impacter les capacités de marche acquises, notamment l'endurance à la marche.

Selon *Novak*, la majorité des enfants PC marcheront. 60% sont capables de marcher indépendamment. 35,5% sont des GMFCS I ; 24,5% des GMFCS II. La part d'enfants ayant un GMFCS III s'élève à 10,7%. Et enfin 30% des enfants PC utilisent un fauteuil roulant : 12,2% sont des GMFCS IV et 14,1% des GMFCS V (63).

Afin d'évaluer certains paramètres de la marche, des échelles sont utilisées :

- le **test de marche de six minutes (TDM6)** : est un test de terrain qui permet d'évaluer l'endurance à la marche. L'enfant a six minutes pour parcourir le plus de distance

possible. La piste de marche est d'une longueur de 30 mètres, l'enfant peut utiliser son aide à la marche, mais cela devra être notifié lors de l'évaluation. Les résultats de l'enfant pourront être comparés aux résultats des enfants sains de même sexe, âge et taille. Ils pourront également être comparés à la moyenne des résultats des enfants PC en fonction du GMFCS (moyenne pondérée en fonction des données de la littérature). Le TDM6 servira également de marqueur d'évolution de l'endurance à la marche (45). Le TDM6 est un test validé en français et reproductible en test-retest chez les enfants atteints de PC.

- **l'EMFG (Evaluation Motrice Fonctionnelle Globale)** ou GMFM (Gross Motor Function Measure) en anglais, (46) permet d'évaluer la motricité fonctionnelle globale chez les enfants souffrant de PC. Deux versions de cette échelle existent, une avec 88 items et une plus récente avec 66 items. Les items sont répartis en cinq catégories pouvant être analysées individuellement (Annexe E) :
 - A : couché et retournement ;
 - B : position assise ;
 - C : quatre pattes et à genoux ;
 - D : station debout ;
 - E : marche course et saut.

Le score final (exprimé en %) correspond à la moyenne des scores de chaque catégorie. Dans l'EMFG-66, les 22 items supprimés font partis des catégories A, B et C. Cette version utilise un logiciel pour calculer le score final. Le score de 100% à l'EMFG équivaut aux capacités motrices fonctionnelles chez un enfant sain âgé de cinq ans. Selon l'HAS, il est recommandé de suivre l'évolution des capacités fonctionnelles de l'enfant à l'aide de l'EMFG-66 (grade A).

2.3. Processus de problématisation

La PC représente la première cause de handicap moteur chez l'enfant (6). Elle entraîne une atteinte motrice à laquelle peuvent s'ajouter un large panel de troubles associés tels qu'une limitation à la marche, des troubles du langage, une déficience intellectuelle entre autres (3, 12). La prise en soin de ces enfants regroupe donc de nombreux objectifs de rééducation et donc un grand nombre de moyens thérapeutiques (17).

Le tableau spastique est retrouvé chez 85% des paralysés cérébraux, la spasticité entraîne une hypertonie difficilement gérable (3). À cela s'ajoute la plégie (di, hémi, quadri, tri) qui provoque une faiblesse musculaire et un défaut de commande. L'association de la plégie et de la spasticité mène vers un mauvais contrôle musculaire et des déséquilibres des forces s'appliquant sur les articulations. In fine, l'enfant développera des incapacités fonctionnelles (comme une limitation de l'endurance à la marche par exemple) et des rétractions (comme le pied équin).

La présence d'un pied équin peut entraîner différents troubles orthopédiques, une instabilité statique et dynamique (risque de chute), une dépense énergétique excessive, une augmentation de la fatigue et une diminution de la tolérance à la marche et à l'exercice en général. (19, 28) L'ensemble de ces conséquences mènent vers des limitations d'activités, d'interaction sociale et une aggravation des scores GMFCS, EMFG et TDM6.

Au vu de la littérature il semble pertinent d'orienter ce travail vers les différents traitements conservateurs de l'équin qui est une source importante de limitations. Parmi celles-ci, la marche entraîne une limitation d'autonomie et de fonctions. En regard de cette limitation et afin de l'évaluer, le critère de jugement principal choisi est l'endurance à la marche évaluée via le TDM6 qui est fréquemment utilisé dans la littérature.

Ce raisonnement a donc permis d'aboutir à cette problématique :

Quels sont les effets des traitements conservateurs sur l'endurance à la marche chez les enfants atteints d'une paralysie cérébrale GMFCS I à III ayant un équin dynamique ?

Pour répondre à cette problématique, nous avons formulé la question PEO (Population, Exposition, Résultat) suivante :

Tableau III. Critères PEO

Population	Exposition	Critère de jugement (Outcome)
<ul style="list-style-type: none"> - Enfants et adolescents <18 ans - Souffrant de paralysie cérébrale - Ayant un pied équin 	<ul style="list-style-type: none"> - Traitements conservateurs kinésithérapeutiques 	<p>Principale :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Endurance à la marche (TDM6) <p>Secondaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Motricité fonctionnelle globale (EMFG 88-66 item D&E)

L'objectif de cette revue systématique est donc de mettre en évidence les effets des traitements conservateurs sur l'endurance à la marche chez les enfants et adolescents marchants atteints de PC et ayant un pied équin.

Notre hypothèse principale est la suivante : « Les traitements conservateurs de l'équin permettent une amélioration de l'endurance à la marche chez les enfants et adolescents marchants atteints de PC et ayant un pied équin. ».

Nous avons également formulé une hypothèse secondaire au vu de nos critères de jugements secondaires : « Les traitements conservateurs de l'équin permettent l'amélioration de la motricité fonctionnelle globale chez les enfants et adolescents marchants atteints de PC et ayant un pied équin. ».

3. Méthode

Afin de répondre à la question de recherche citée précédemment, il semble pertinent de réaliser une revue systématique. Cette dernière permettra de donner un point de vue global sur les avancées actuelles des recherches concernant l'utilisation des traitements conservateurs dans la prise en soin des équins chez les enfants atteints de PC. Le protocole de cette revue systématique de la littérature suit les recommandations PRISMA 2020, « *Preferred Reporting Items For Systematic Reviews and Meta-Analyses*» (49). (Annexe F

Le protocole de cette revue systématique n'est pas enregistré pour publication. Une recherche sur *PROSPERO* a été réalisée le 19/12/2021, aucune revue systématique similaire enregistrée n'est en cours de parution.

3.1. Critères d'éligibilité

3.1.1. Type de patients

La population de participants devait correspondre à des patients, hommes ou femmes âgés entre dix mois (début d'acquisition de la marche) et dix-huit ans (limite d'âge pour la population pédiatrique) atteints de PC de type spastique avec un GMFCS de I à III (marchant) et ayant un pied équin dynamique. Les patients marchant étant les seuls à pouvoir réaliser le TDM6 et les critères D&E de l'EMFG.

Les études incluant des patients ne répondant pas aux critères d'inclusion et ayant déjà subi une intervention chirurgicale de la région de la cheville ou une injection de toxine botulique trois mois auparavant n'ont pas été inclus, cela pouvant interférer avec le traitement kinésithérapique.

3.1.2. Type d'intervention

Les essais cliniques inclus doivent évaluer l'intervention d'une technique non chirurgicale et non médicamenteuse de lutte contre le pied équin. N'ont pas été incluses : les études traitant de chirurgie ou de toxine botulique ainsi que les études pilotes ou non interventionnelles.

3.1.3. Type de critère de jugement

Les études incluses devront traiter de l'objectif principal et/ou de l'un des objectifs secondaires à savoir :

- l'endurance à la marche mesurée par le test de marche de six minutes (TDM6);
- la fonction motrice globale évaluée par l'Evaluation Motrice Fonctionnelle Globale (l'EMFG-88 ou EMFG-66) grâce aux sous parties D (évaluation de la station debout) et E (évaluation de la marche, la course et le saut).

Toutes les études ne prenant pas en compte un de ces deux critères de jugement ont été exclues.

3.1.4. Langue

Les articles doivent être rédigés en français ou en anglais, ces langues étant les deux seules maîtrisées.

3.1.5. Type d'article

Les articles inclus dans la revue sont tous des essais clinique (essais contrôlés randomisés, cross-trial...); l'objectif étant d'évaluer l'efficacité ou non d'un traitement conservateur. Afin d'avoir une recherche la plus exhaustive possible, aucune limite temporelle n'a été précisée.

3.2. Source d'information

Lors de la stratégie de recherche, quatre moteurs de recherches ont été utilisés afin de trouver les articles pouvant être inclus dans cette revue :

- **PubMed** : base de données regroupant des articles dans le domaine de la science en santé
- **Cochrane Database** : bibliothèque comprenant plusieurs bases de données spécialées en médecine et santé
- **Science Direct** : base de données documentaire scientifique
- **Physiotherapy Evidence Database (PEDro)** : base de données internationale spécifique à la kinésithérapie

La recherche d'article s'est réalisée sans limitation temporelle du 26 juin 2021 au 19 décembre 2021. La littérature grise n'a pas été utilisée. La recherche en amont ou en aval n'a pas été utilisée.

3.2.1. Stratégie de recherche

Dans le but de déterminer et de préciser les mots clés de cette thématique, nous avons défini les critères PEO comme énoncés précédemment. Ces critères permettent la formulation de la question de recherche et de faire ressortir les mots clés.

Les bases de données telles que PubMed, MeSH et CISMef ont été utilisées pour la traduction des mots clés dans le tableau ci-dessous. Une recherche des synonymes ou des termes associés correspondant à chacun d'entre eux a été effectuée via MeSH.

Tableau IV. Mots clés de l'équation de recherche

Mots clés	Mots clés (en anglais)	Synonymes
Enfants/ adolescents	Child/teenager	Child*, teen*, minor*, pediatric* , paediatric*, adolescent*
PC	Cerebral palsy	Cerebral pals*, child brain injur*
Equin	Equinus	ankle, lower limb*, lower extremity*, spasticity*, muscle contracture*, muscle deformity*, equinus, ankle contracture, spasticity* equinus deformity*
Traitement conservateur	Non-surgical treatment	non-surgical treatment*, physical therapy*, exercise therapy*, rehabilitation, physiotherapy, manual therapy*, prevention, preventional treatment, exercise*
Fonction	Function	

Différentes équations de recherches ont été formulées en fonction de la base de données interrogée.

Pour **PubMed**, nous avons réalisé deux équations de recherches en une. La première concernait des mots clés libres, ce sont les mots clés trouvés directement lorsque l'on pense au sujet. Chaque terme de la même catégorie était associé avec l'opérateur booléen « OR ». Puis, chaque catégorie était associée entre elles via l'opérateur booléen « AND ». Pour la deuxième partie de l'équation, nous avons recherché tous les termes MeSH associés aux mots libres. Afin de réunir les deux parties de l'équation, nous avons utilisé l'opérateur booléen « OR ». Aucun filtre n'a été utilisé dans notre recherche sur la base de données PubMed. L'équation finale est la suivante :

((((((((((("Child"[Mesh]) OR "Adolescent"[Mesh]) OR "Minors"[Mesh]) OR "Pediatrics"[Mesh])) AND ("Cerebral Palsy"[Mesh])) AND (((("Ankle Joint"[Mesh]) OR "Ankle"[Mesh]) OR "Lower Extremity"[Mesh]) OR "Muscle Spasticity"[Mesh]) OR "Contracture"[Mesh])) AND (((("Physical Therapy Modalities"[Mesh]) OR "Exercise Therapy"[Mesh]) OR "Rehabilitation"[Mesh]) OR "Secondary Prevention"[Mesh]) OR "Exercise"[Mesh])) AND (((("Gait"[Mesh]) OR "Postural Balance"[Mesh]) OR "Range of Motion, Articular"[Mesh]) OR "Walking"[Mesh])) OR (((gait) OR (balance) OR ("range of motion") OR (ROM) OR ("walk*") OR (functionalit*))) AND (((("non-surgical treatment*") OR ("non surgical treatment*") OR ("physical therap*") OR ("exercise therap*") OR (rehabilitation) OR (physiotherapy) OR ("manual therap*") OR (prevention) OR (exercice*))) AND (((((((child*) OR (teen*) OR (minor*) OR (pediatric*) OR (paediatric*) OR (adolescent*))) AND (((("cerebral pals*") OR ("child brain injur*")))) AND ((((ankle) OR ("lower limb*") OR ("lower extrimit*") AND ("spasticit*") OR ("muscle contractur*") OR ("muscle deformit*")))) AND (((equinus) OR ("ankle contracture*") OR (spasticit*) OR ("equinus deformit*")))))))))))

Concernant la seconde base de données interrogée, la **Cochrane Database**, le nombre de mots clés est limité, il a donc fallu adapter l'équation de recherche. Aucun filtre n'a été utilisé lors de la recherche sur cette base de données. Nous avons utilisé approximativement la même équation de recherche en utilisant les termes les plus pertinents. Ce qui nous a donné l'équation suivante : (((cerebral palsy) OR (child brain injury)) AND ((equinus) OR ("ankle contracture*") OR (spasticity) OR (equinus deformity)) AND ((non-surgical treatment) OR (non surgical treatment) OR (physical therapy) OR (exercise therapy) OR (rehabilitation) OR (physiotherapy) OR (manual therapy) OR (prevention) OR (exercice)) AND ((ankle) OR (lower limb) OR (Lower extrimit*) AND (spasticit*) OR (muscle contractur*) OR (muscle deformit*)) AND ((gait) OR (balance) OR (range of motion) OR (ROM) OR (walk*) OR (functionality)))

Pour **Science Direct**, nous avons dû réduire l'équation de recherche de base fin d'obtenir une recherche la plus pertinente possible. Après plusieurs recherches, l'équation finale est : ("equinus foot") OR ("equinus deformation") OR ("spastic equinus foot") AND ("cerebral palsy") AND ("conservative treatment"). Le filtre « *research articles* » a été appliqué afin de cibler le type d'article souhaité.

Pour la 4^{ème} base de données utilisée, **PEDro**, l'équation de recherche est la suivante « cerebral palsy AND equinus ». Aucun filtre n'a été ajouté pour la recherche dans cette base de données.

3.3. Processus de sélection des études

La période de sélection des articles s'est déroulée du 26 juin 2021 au 19 décembre 2021. Ce processus a été réalisé par un unique lecteur. Après interrogation des différentes bases de données, les doublons ont pu être éliminés via le logiciel « *Rayyan* » (50). Par la suite, le screening des articles a consisté à lire les titres de chacun puis l'abstract afin de vérifier l'éligibilité de l'article en fonction de nos critères d'inclusion. Enfin, les articles potentiellement éligibles à la revue systématique ont été lus dans leur intégralité. En cas de doutes d'inclusion, l'avis d'un masseur-kinésithérapeute avec l'expérience en recherche a été demandé.

3.4. Extraction des données

Le processus d'extraction des données a été réalisé par un lecteur.

Suite au processus de recherche documentaire, un tableau a été réalisé afin de synthétiser et organiser les différentes informations propres aux articles. Ces données ont été extraites par le lecteur au sein d'un tableau.

Des données ont été collectées de ces articles. Elles comprennent :

- les métadonnées : à savoir les auteurs et leur qualité, la date de publication, la revue de publication de l'article ainsi que son impact factor ;
- la population : enfants et adolescents ayant une PC de type spastique et un GMFCS entre I et III ;
- le groupe d'intervention (pour les essais contrôlés randomisés) : type de traitement ;
- le groupe comparatif (pour les essais contrôlés randomisés) : type de traitement ;
- le traitement : la durée, la fréquence, les modalités ;
- les critères de jugements : l'endurance à la marche (TDM6) et la fonction (EMFG-88, EMFG-66 D&E) ;
- les résultats.

3.5. Analyse et risques de biais

L'évaluation du risque de biais est réalisée par un unique évaluateur.

3.5.1. Analyse des biais des essais contrôlés randomisés

L'échelle choisie pour évaluer le risque de biais des essais contrôlés randomisés (ECR) est « *Risk of bias tool for randomized trial* » (ROB 2). Elle n'a cependant pas de traduction française. Cet outil est divisé en cinq domaines : le processus de randomisation, les écarts par rapport aux interventions prévues, données de résultats manquantes, la mesure des critères de jugement, sélection du résultat rapporté. Pour chacun d'entre eux on retrouve des « questions de signalisation » qui permettent de les évaluer. Nous pouvons répondre à ces questions via cinq réponses : oui (Y), probablement oui (PY), probablement non (PN), non (N) et aucune information (NI). Une fois l'échelle complétée, nous obtenons le biais global de l'étude.

3.5.2. Analyse des biais des essais non randomisés

En ce qui concerne les études non randomisées (comparatives ou non), le risque de biais est évalué par une échelle validée et disponible en français : la « *Methodological index for non-randomized studies* » (MINORS). Cette échelle comporte 12 items :

- le but est clairement formulé ;
- inclusion de patients consécutifs ;
- recueil prospectif des données ;
- critères de jugement adaptés au but de l'étude ;
- évaluation non-biaisée des critères de jugement ;
- période de suivi adaptée au but de l'étude ;
- taux de perdus de vue < 5 % ;
- calcul prospectif de l'effectif de l'étude ;
- un groupe contrôle adéquat ;
- groupes contemporains ;
- équivalence des groupes ;
- analyses statistiques adéquates.

Chaque item est évalué de 0 à 2 : non rapporté = 0 ; rapporté mais inadéquat = 1 ; rapporté et bien fait ou adapté = 2. Le score idéal dépend du type d'études, pour les études non-comparatives le score est de 16 et 24 pour les études comparatives.

Aucun essai n'a été exclu pour des raisons de qualité, mais il en a été tenu compte dans l'interprétation des résultats au sein de la discussion.

3.5.3. Evaluation du niveau de preuve des études.

Un niveau de preuve a été établi pour chaque étude. Ces dernières sont classées selon différents niveaux de preuve :

- niveau 1 : un fort niveau de preuve pour les études qui établissent des preuves scientifiques ;
- niveau 2 : un niveau intermédiaire de preuve pour les études fournissant une présomption scientifique ;
- niveau 3 et 4 : un niveau moindre de preuve.

Grace à ces niveaux de preuves, nous pouvons établir des grades de recommandations :

- grade A : preuve scientifique établie ;
- grade B : présomption scientifique ;
- grade C : faible niveau de preuve scientifique.

3.5.4. Analyse des biais de la revue systématique

L'échelle AMSTAR 2 (*Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews*, 2017) sera utilisée afin d'évaluer le risque de biais de notre revue systématique. L'échelle est disponible en Annexe H.

3.6. Quantification des résultats

Les principales métriques de quantification de résultats utilisées sont la moyenne et l'écart type de la fin du traitement et les différences de moyennes avec un IC (Intervalle de Confiance) à 95%. Les résultats seront jugés statistiquement significatifs lorsque la valeur-p (*p-value*) est inférieur à 0,05 ($p < 0,05$).

3.7. Critères d'évaluation

L'évaluation conduite est réalisée de façon qualitative. Notre objectif est de ce fait d'analyser les résultats des différents articles inclus sans réaliser de calculs statistiques supplémentaires. La compréhension des différents moyens d'évaluation des critères de jugement semble importante.

L'objectif de la revue est d'évaluer l'effet des traitements conservateurs sur l'endurance à la marche chez des enfants PC ayant un équin dynamique. Pour ce faire nous utiliserons le TDM6.

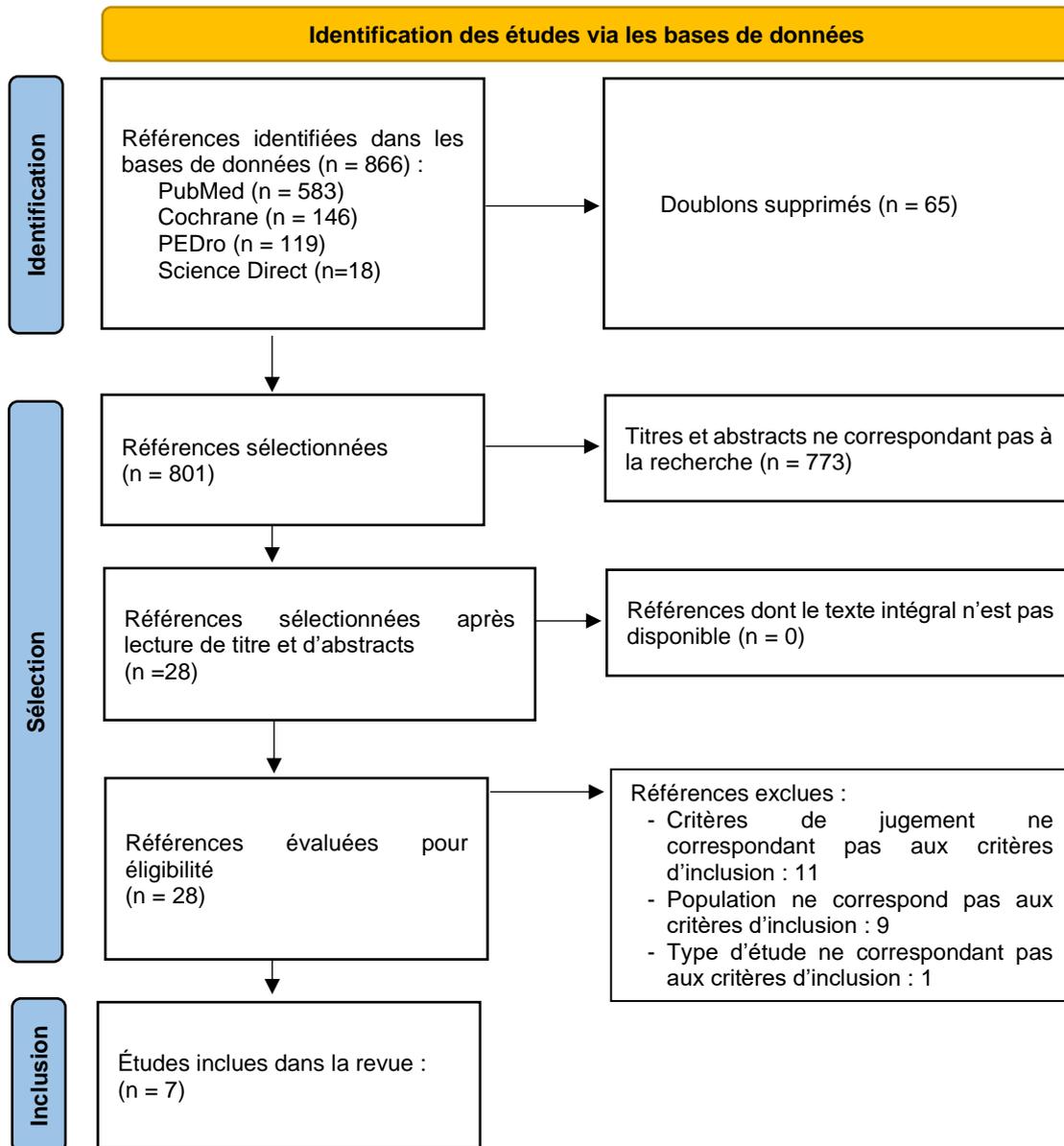
Les objectifs secondaires sont d'observer les effets des traitements conservateurs sur la fonction motrice des enfants PC ayant un équin dynamique. Cette dernière sera évaluée par un outil validé pour cette population : l'EMFG. Cette échelle a été créée en anglais en 1989 sous le nom de « *Gross Motor Function Measure* » (GMFM) puis en 1997 elle fut traduite et validée en français. Elle est réalisable chez les enfants âgés entre cinq mois et seize ans. L'indice de fiabilité de l'EMFG-88 se situe entre 0,87 et 0,99 ce qui fait de lui un excellent outil pour évaluer les changements moteur.

4. Résultats

4.1. Sélection des études

Les étapes de sélections des études sont présentées dans le diagramme de flux (figure 5).

Figure 5. Diagramme de flux



À partir des équations de recherches émises, la recherche sur les différentes bases de données a permis d'identifier 866 résultats (au 19/12/2021) :

- 583 sur PubMed ;

- 146 sur la Cochrane ;
- 119 sur PEDro ;
- 18 sur Science Direct.

Ces 866 références ont été saisies dans le logiciel *Rayyan* nous permettant une vision des potentiels doublons. Après vérification et suppression des 65 doublons avérés, 801 articles ont été identifiés. Les titres et les abstracts des différents articles ont été lus, cela a permis d'éliminer 773 articles et d'en conserver 28. Par la suite les 28 articles ont été lus en entiers ce qui nous a amené à exclure 21 articles pour des raisons consultables en Annexe H. Finalement, sept articles ont été inclus dans notre revue systématique :

- **Goswami, J. N., Sankhyan, N., & Singhi, P.** (2021). Add-on Home-Centered Activity-Based Therapy vs Conventional Physiotherapy in Improving Walking Ability at 6-Months in Children With Diplegic Cerebral Palsy : A Randomized Controlled Trial. *Indian Pediatrics*, 58(9), 826-832. (51)
- **Tekin, F., & Kavlak, E.** (2021). Short and Long-Term Effects of Whole-Body Vibration on Spasticity and Motor Performance in Children With Hemiparetic Cerebral Palsy. *Perceptual and Motor Skills*, 128(3), 1107-1129. (52)
- **Cheng, H.-Y. K., Ju, Y.-Y., Chen, C.-L., Chuang, L.-L., & Cheng, C.-H.** (2015). Effects of whole body vibration on spasticity and lower extremity function in children with cerebral palsy. *Human Movement Science*, 39, 65-72. (53)
- **Maas, J., Dallmeijer, A., Huijing, P., Brunstrom-Hernandez, J., van Kampen, P., Bolster, E., Dunn, C., Herndon, K., Jaspers, R., & Becher, J.** (2014). A randomized controlled trial studying efficacy and tolerance of a knee-ankle-foot orthosis used to prevent equinus in children with spastic cerebral palsy. *Clinical Rehabilitation*, 28(10), 1025-1038. (54)
- **Wu, Y.-N., Hwang, M., Ren, Y., Gaebler-Spira, D., & Zhang, L.-Q.** (2011). Combined passive stretching and active movement rehabilitation of lower-limb

impairments in children with cerebral palsy using a portable robot. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 25(4), 378-385. (55)

- **Scholtes, V. A., Becher, J. G., Comuth, A., Dekkers, H., Van Dijk, L., & Dallmeijer, A. J.** (2010). Effectiveness of functional progressive resistance exercise strength training on muscle strength and mobility in children with cerebral palsy : A randomized controlled trial. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 52(6), e107-113. (56)
- **Bjornson, K., Schmale, G., Adamczyk-Foster, A., & McLaughlin, J.** (2006). The Effect of Dynamic Ankle Foot Orthoses on Function in Children With Cerebral Palsy. *Journal of pediatric orthopedics*, 26, 773-776. (57)

4.2. Caractéristiques des études sélectionnées

Le nombre total de patients inclus dans les différentes études s'élève à 205. La tranche d'âge est comprise entre un à dix-huit ans. L'âge moyen des patients est de 8,9 ans. Le diagnostic de PC de type spastique est posé pour chaque patient. La majorité des patients sont de sexe masculin à raison de 61%. Les enfants inclus dans l'étude avaient principalement une classification GMFCS à III (36%). Les enfants GMFCS I représentaient 28,38% et les GMFCS II 35,5%. Ce ratio a été calculé à partir des quatre études précisant la répartition des GMCS dans leurs études (51, 54, 56, 57) soit 155 participants. Tous les articles sélectionnés ont été publiés en anglais. Les articles inclus ont des méthodologies différentes : quatre études sont des ECR (51, 52, 54, 56), une est une étude en crossover (53), une est une étude interventionnelle (55) et la dernière est une étude randomisée en crossover (57). L'étude la plus ancienne date de 2006 (57) et la plus récente de 2021 (51).

Les trois études (51, 53, 55) évaluant le TDM6 comme critère de jugement ont précisé les scores des patients obtenus avant et après l'intervention. Le résultat du TDM6 est exprimé en mètre. Dans les études la moyenne des scores en baseline du TDM6 était de 250,64 mètres. Le score du TDM6 est très dépendant du GMFCS, il convient donc de prendre en compte cette notion dans l'interprétation de la moyenne.

Concernant le critère de jugement secondaire, à savoir l'EMFG-66 ou 88 trois études ont utilisé l'EMFG-88(51, 52, 57), deux ont utilisé l'EMFG-66 (54, 57) et une a utilisé les deux à la fois (57). Les études ayant utilisé l'EMFG 88 ont distingué la catégorie D&E des autres catégories contrairement aux études utilisant l'EMFG 66. Au sein des études incluses précisant le score avant intervention (51, 52), la moyenne des scores EMFG 88 pour la catégorie D&E est de 77,39 %. Une seule étude précisait le score moyen de départ de l'EMFG 66 qui était de 73,95% (56).

Les études incluses évaluent des interventions différentes. *Jyotindra Narayan Goswami et al.* (2021) évalue la thérapie par l'activité physique associée à de la kinésithérapie conventionnelle comparé à la kinésithérapie conventionnelle seule (51). Les enfants doivent réaliser à domicile sept des huit activités suivantes :

- marcher sur une surface plane ;
- se relever de la position assise ;
- s'accroupir ;
- monter les escaliers ;
- descendre les escaliers ;
- frapper dans un ballon en position debout ;
- danser ;
- faire du tricycle / bicyclette.

Les activités sont réalisées trois fois par sessions, trois fois par jour et cinq jours sur sept durant six mois.

Deux études évaluent le *Whole Body Vibration* (WBV) ou vibration globale du corps en français (52, 53). L'étude de *Fatih Tekin et al.* (2021) est un ECR comparant le WBV combiné à la kinésithérapie conventionnelle à la kinésithérapie conventionnelle seule. Pour le groupe intervention, les séances de WBV durent 15 minutes (alternance de trois minutes de vibrations et trois minutes de repos), trois fois par semaines pendant huit semaines, elles sont couplées à de la kinésithérapie conventionnelle (45 minutes, deux jours par semaine sur huit semaines). Le groupe contrôle bénéficie de 20 semaines de kinésithérapie conventionnelle (52). L'étude de *Hsin-Yi Kathy Cheng et al.* (2014) est une étude en crossover, elle évalue l'effet d'une séance

de WBV de 20 minutes à une séance de WBV éteint de 20 minutes à une semaine d'intervalle (53).

Deux autres études évaluent les bénéfices des orthèses. L'ECR de *JC Maas et al.* (2014) évalue l'utilisation d'une orthèse genou-cheville-pied, équipée d'une unité de puissance Ultraflex® pour la cheville, pendant au moins six heures toutes les deux nuits sur une période d'un an associé à un traitement kinésithérapique conventionnel en comparaison à un traitement kinésithérapique conventionnel seul (54). L'étude crossover randomisée de *Kristie F. Bjornson et al.* (2006) évalue l'efficacité immédiate du port d'une attelle DAFO (*Dynamic Ankle Foot*) contre le non port d'attelle (57).

L'étude interventionnelle non comparative de *Yi-Ning Wu et al.* (2011), évalue l'apport d'une rééducation par étirement passif combinée à des mouvements actifs à l'aide d'un robot portable. Les séances ont lieu trois fois par semaines durant six semaines. La séance se décompose en 20 minutes d'échauffement, 15 minutes de mouvement actif aidé, 15 minutes de mouvement résisté et 10 minutes d'étirement passif. Les mouvements sont réalisés par un robot réalisant des mouvements en flexion plantaire et dorsale de la cheville (55).

Enfin, l'ECR de *Vanessa a scholtes et al.* (2010), compare l'efficacité de 12 semaines de renforcement musculaire progressif et fonctionnel des membres inférieurs contre des séances de kinésithérapie conventionnelle. Le renforcement musculaire a lieu trois fois par semaine durant 45 à 60 minutes en petit groupe (quatre à cinq enfants). La séance se déroule de la sorte : *leg-press* et trois exercices fonctionnels (*assis-debout*, *lateral step-up*, *half knee-rise*), les enfants portent une veste lestée lors de la séance. L'intensité des exercices augmente progressivement. Le groupe contrôle reçoit une à trois séances de kinésithérapie conventionnelle par semaine (56).

Ainsi, chaque étude propose un protocole, plus ou moins précis et reproductible selon les détails fournis.

Tableau V. Caractéristiques des études

Métadonnées	Participants	Age	Sexe	Diagnostic	Critère de jugement
Goswami et al. 2021 (51) ECR	N= 59 GE : 30 GC : 29	GE : 73 mois GC 71 mois	GE : - 19 ♂ - 11 ♀ GC : - 24 ♂ - 5 ♀	GE : - 16 GMFCSII - 14 GMFCSIII GC : - 11 GMFCSII - 18 GMFCSIII	1 ^{er} : TDM6 2 ^{ème} : 10MFWT 3 ^{ème} : MAS 4 ^{ème} : MTS 5 ^{ème} : EFMG-88 (D&E) 6 ^{ème} : CP-QoL
Tekin et al. 2021 (52) ECR	N= 22 GE : 11 GC : 11	GE : 11,82 ans GC : 13,09 ans	GE : - 6 ♂ - 5 ♀ GC : - 6 ♂ - 5 ♀	GE : - 6 hémiplegique droit - 5 hémiplegique gauche GC : - 5 hémiplegique droit - 6 hémiplegique gauche	1 ^{er} : EFMG-88 2 ^{ème} : analyse spatio-temporaire de la marche 3 ^{ème} : capacité d'équilibre 4 ^{ème} MAS
Cheng et al. 2014 (53) Crossover trial	N= 16	9,8 ans	- 9 ♂ - 7 ♀	- 11 diplégique - 5 quadriplégique	1 ^{er} : AROM, PROM 2 ^{ème} : spasticité 3 ^{ème} : MAS 4 ^{ème} : TUG 5 ^{ème} : TDM6
JC Maas et al. 2014 (54) ECR	N= 24 GE : 13 GC : 11	GE : 8,6 ans GC : 10 ans	GE : - 10 ♂ - 3 ♀ GC : - 5 ♂ - 6 ♀	GE : - 7 GMFCS I - 4 GMFCS II - 2 GMFCS III GC : - 6 GMFCS I - 4 GMFCS II - 1 GMFCS III	1 ^{er} : ROM dorsiflexion 2 ^{ème} : angle de cheville et genou au cours la marche 3 ^{ème} : EMFG-66 4 ^{ème} : durée et tension du port de l'orthèse genou-cheville-pied 5 ^{ème} : plaintes

Wu et al. 2011 (55) Étude interventionnelle	N= 12	8,6 ans	- 6 ♂ - 6 ♀	- 6 diplégique - 6 hémiplégique	1 ^{er} : MAS 2 ^{ème} : PBS 3 ^{ème} : SCALE 4 ^{ème} : TDM6 5 ^{ème} : TUG
Scholtes et al. 2010 (56) ECR	N= 49 GE : 24 GC : 25	GE : 10 ans 4 mois GC : 10 ans 3 mois	GE : - 16 ♂ - 8 ♀ GC : - 13 ♂ - 12 ♀	GE : - 13 GMFCS I - 8 GMFCS II - 3 GMFCS III GC : - 12 GMFCS I - 9 GMFCS II - 4 GMFCS III	1 ^{er} : EMFG-66 2 ^{ème} : sit-to-stand 3 ^{ème} : lateral set-up test 4 ^{ème} : 6RM 5 ^{ème} : force isométrique
Bjornson et al. 2006 (57) Etude randomisée en crossover	N= 23	4,3 ans	- 12 ♂ - 11 ♀	- 6 GMFCS I - 3 GMFCS II - 14 GMFCS III	EMFG-88 EMFG-66

ECR : essai contrôlé randomisé / N : nombre / ♂ : Homme / ♀ : Femme / GE : groupe exposition / GC : groupe contrôle

4.3. Risque de biais relatif aux études

Les risques de biais des études ont été évalués via différents outils permettant de coter la qualité méthodologique de ces dernières.

4.3.1. ROB2 (*Risk Of Bias Tool For Randomized Trials 2*)

L'échelle ROB2 a été utilisée afin d'évaluer les risques de biais des ECR inclus dans notre étude (51, 52, 54, 56). Chaque étude a été évaluée concernant les cinq domaines de cet outil : le processus de randomisation, les écarts par rapport aux interventions prévues, données des résultats manquantes, la mesure des critères de jugement et la sélection du résultat rapporté.

Une des principales difficultés rencontrées dans les études concerne l'aveuglement à la fois des participants et des intervenants. Les enfants étaient au courant du groupe auxquels ils appartenaient et les intervenants connaissaient l'intervention qu'ils délivraient.

La randomisation pose également des difficultés dans plusieurs études. Dans l'étude de *Vanessa a scholtes et al.* (2010), la séquence de participants a été randomisée par un médecin en fonction de leur âge, leur EMFG et leur sexe. De plus, l'étude de *Fatih Tekin et al.* (2021) n'indique pas si la séquence d'allocation a été dissimulée jusqu'à ce que les participants soient enrôlés et affectés aux interventions. Le manque d'informations ainsi que la randomisation, réalisée par une personne et non un outil, crée des biais dans ces deux études.

Tableau VI. Tableau de l'analyse des risques de biais des études incluses selon l'échelle Rob 2.

Articles	D1	D2	D3	D4	D5	Global
Goswami et al. 2021 (51)	+	!	+	+	+	!
Tekin et al. 2021 (52)	!	!	+	+	!	!
JC Maas et al. 2014 (54)	+	!	+	+	!	!
Scholtes et al. 2010 (56)	!	+	+	+	+	!

D1 Processus de randomisation

D2 Ecart par rapport à l'intervention prévue

D3 Données de résultats manquantes

D4 Mesure du résultat

D5 Sélection du résultat rapporté



Risque faible



Quelques inquiétudes

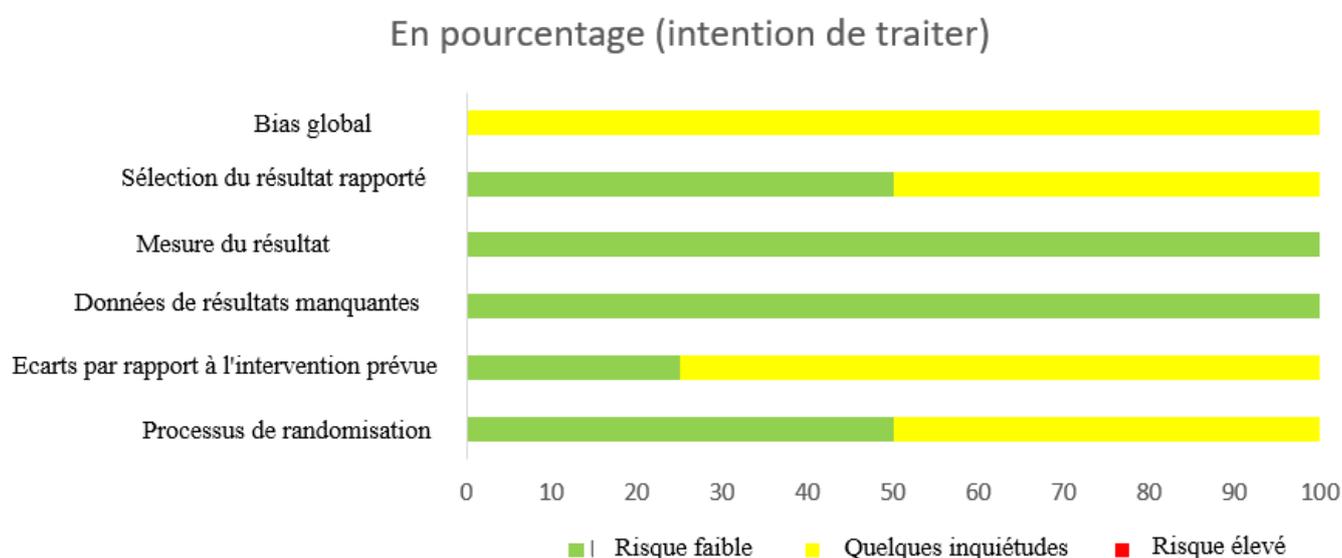


Risque élevé

L'analyse du risque de biais est résumée sur le Tableau VI et la Figure 6. (Annexe H)

Nous avons évalué les quatre études comme ayant quelques inquiétudes (*some concern*).

Figure 6. Risques de biais à travers l'ensemble des études et par items de l'outil ROB2



4.3.2. ROB2 (Risk Of Bias Tool for Randomized Trials 2) pour les études en crossover

Afin d'évaluer le risque de biais des études en crossover (53, 57), l'échelle ROB2 pour les études en crossover a été utilisée. Cette échelle est une version révisée de l'échelle ROB2 avec un domaine « S » ciblant les biais liés au crossover : biais dû aux effets de période et de report.

L'analyse du risque de biais est résumée sur le tableau VII et la figure 7. (Annexe H)

Tableau VII. Tableau de l'analyse des risques de biais des études incluses selon l'échelle Rob 2 spécifique au crossover.

Articles	D1	DS	D2	D3	D4	D5	Global
Cheng et al. 2014 (53)	-	!	-	+	!	!	-
Bjornson et al. 2006 (57)	!	+	!	+	+	!	!

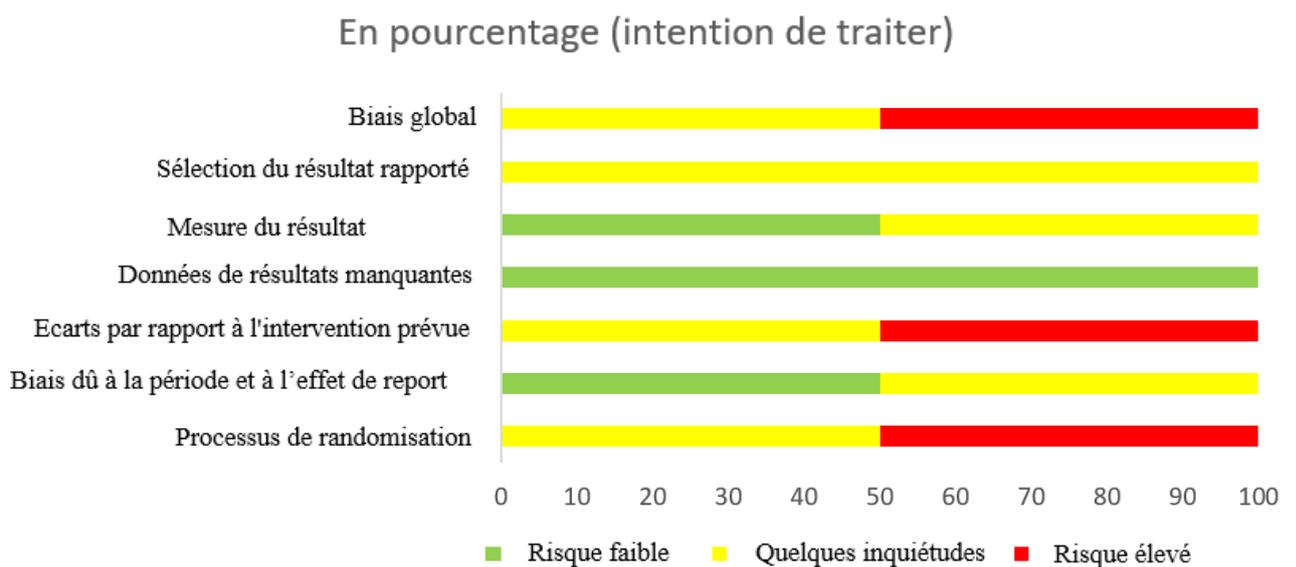
- + Risque faible
- ! Quelques inquiétudes
- Risque élevé

- D1 Processus de randomisation
- DS Biais dû à la période et à l'effet de report
- D2 Ecart par rapport à l'intervention prévue
- D3 Données de résultats manquantes
- D4 Mesure du résultat
- D5 Sélection du résultat rapporté

Nous avons évalué grâce à cette échelle que l'étude de *Kristie F. Bjornson et al.* (2006) présente quelques inquiétudes (*some concerns*) et celle de *Hsin-Yi Kathy Cheng et al.* (2014) comme ayant un haut risque de biais (*high risk*).

L'étude de *Hsin-Yi Kathy Cheng et al.* (2014) présente un haut risque de biais car aucune information sur l'assignation des sujets n'a été décrite. De plus, les participants et intervenants n'étaient pas en aveugle.

Figure 7. Risque de biais à travers l'ensemble des études et par items de l'outil ROB2 crossover trials



4.3.3. MINORS (*Methodological index for non-randomized studies*)

Pour évaluer le risque de biais au sein de l'étude non randomisé (55), nous avons utilisé l'échelle MINORS. Elle permet d'évaluer le risque de biais dans les études non randomisées (comparatives ou non). L'article en question a été évalué en fonction des 12 items de cette échelle. Les items IX à XII concernent les études non randomisées comparatives, ce qui n'est pas le cas de l'étude de *Yi-Ning Wu et al.* (2011), le score de ces items est alors de 0.

Tableau VIII. Tableau de l'analyse des risques de biais des études incluses selon l'échelle MINORS

	Yi-Ning Wu 2011
1. But clairement formulé	2
2. Inclusion de patients consécutifs	2
3. Recueil prospectif des données	2
4. Critères de jugement adaptés au but de l'étude	2
5. Evaluation non biaisée des critères de jugement	0
6. Période de suivi adapté au but de l'étude	2
7. Taux de perdus de vue	2
8. Calcul prospectif de l'effectif de l'étude	0
Score total /16	12/16
Score total (%)	75

Le score MINORS optimal pour les études non randomisées non comparatives est de 16/16. Ici le score est de 12/16 étant donné que l'évaluation des critères de jugement n'a pas été réalisée en aveugle et qu'il n'y a pas eu de calcul prospectif de l'effectif de l'étude. (Annexe H)

4.3.4. Niveau de preuve des études

Les quatre ECR se sont vus attribuer un niveau de preuve 2 du fait des différents biais retrouvés au sein des études. Les deux études en crossover atteignent un niveau de preuve 4 en raison des nombreux biais présents dans leurs études. Enfin, l'étude observationnelle présente également un niveau de preuve 4 au vu de l'absence de groupe contrôle.

4.4. Synthèse des résultats

4.4.1. Modification du critère de jugement principal : Le TDM6

Le critère de jugement principal de notre revue systématique, à savoir le TDM6, est évalué par trois études :

- un ECR évaluant les effets combinés d'une activité à domicile associée à la kinésithérapie conventionnelle (*Jyotindra Narayan Goswami et al., 2011*) ;

- un essai en crossover évaluant l'effet d'une séance de WBV (*Hsin-Yi Kathy Cheng et al.*, 2014) ;
- et enfin une étude non randomisée évaluant une rééducation par étirement passif combinée à des mouvements actifs à l'aide d'un robot portable (*Yi-Ning Wu et al.*, 2011).

Jyotindra Narayan Goswami et al. (2021) **n'ont montré aucune différence significative** entre les deux groupes ($p > 0,05$). Une augmentation de 3,5 mètres pour le groupe intervention a été mise en évidence ainsi qu'un gain de trois mètres pour le groupe contrôle à six mois.

Hsin-Yi Kathy Cheng et al. ($p = 0.000$) et *Yi-Ning Wu et al.* ($p = 0.02$) démontrent **une augmentation significative de la distance parcourue au TDM6 après intervention**. *Hsin-Yi Kathy Cheng* met en évidence une différence intragroupe de 6,13 mètres entre la base line et 30 minutes après l'intervention de WBV. Une différence intragroupe de -1,65 mètres est présente dans les conditions de contrôle. Une différence de 7,78 mètres est présente entre les scores du TDM6 post WBV et dans les conditions de contrôle. *Yi-Ning Wu et al.*, ont démontré une amélioration du TDM6 après une rééducation par étirement passif combinée à des mouvements actifs à l'aide d'un robot portable de six semaines. Les participants ont marché $314,39 \pm 90,57$ mètres avant l'intervention et $365,63 \pm 110,39$ mètres après. On note une différence significative ($p = 0.02$) de 51,24 mètres entre les deux mesures.

En résumé, ces trois études montrent qu'une activité à domicile associée à la kinésithérapie conventionnelle ne permet pas d'améliorer significativement le TDM6 à contrario de l'utilisation de WBV et d'étirement passif combiné à des mouvements actifs à l'aide d'un robot portable.

4.4.2. Modification du critère de jugement secondaire : L'EMFG-88 D&E

Les effets des traitements conservateurs sur l'EMFG-88 D&E constituent notre premier critère de jugement secondaire. Trois études s'y intéressent :

- deux ECR, un évaluant les effets combinés d'une activité à domicile associée à la kinésithérapie conventionnelle (*Jyotindra Narayan Goswami et al.*, 2011) et un évaluant l'effet combiné de séances de kinésithérapie conventionnelle associées à des séances de WBV (*Fatih Tekin et al.*, 2021) ;
- une étude en crossover étudiant l'impact du port d'une attelle DAFO sur l'EMFG-88. (*Kristie F. Bjornson et al.*, 2006)

La réalisation d'activité à domicile couplée à la kinésithérapie conventionnelle **n'a montré aucune différence significative par rapport à la kinésithérapie seule** concernant l'EMFG-

88 D&E à six mois ($p= 0,30$). La médiane du score de l'EMFG n'a pas augmenté entre la baseline et l'évaluation à six mois dans le groupe intervention.

Cependant, la réalisation de séances de WBV ainsi que le port d'attelle DAFO permettent aux participants **une amélioration significative de leurs scores EMFG-88 D&E**. En effet, *Fatih Tekin et al.*, ont montré une différence significative entre les deux groupes concernant l'EMFG-88. Le score EMFG-D de tous les patients du groupe intervention par WBV était de 100% immédiatement après le traitement, aucune statistique de comparaison n'a été établie entre les groupes pour ce score. Concernant l'EMFG-E et l'EMFG total, les scores de la WBV ont augmenté de manière significative entre la baseline et le post-traitement ($p= 0,009$). Ces scores se sont maintenus pendant la période de 12 semaines post traitement (c'est-à-dire qu'il n'y avait pas de différence statistiquement significative entre les scores de la motricité globale immédiatement après le traitement et à 12 semaines). En revanche, pour le groupe témoin, les scores post intervention n'étaient pas significativement différents de ceux de la *baseline* ($p= 0,594$). En comparant les deux groupes, les auteurs ont mis en avant une différence significative en faveur du groupe intervention concernant les scores EMFG-E. Cette différence est retrouvée immédiatement après le traitement ($p= 0,019$) et 12 semaines après ($p= 0,019$). Cependant, il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les groupes sur le score EMFG total ($p= 0,2$ et $p= 0,231$, respectivement). Quant à l'étude de *Kristie F. Bjornson et al.*, une différence significative a été mise en évidence dans le score de l'EMFG D&E et dans le score total. L'item D était de $38,3 \pm 27,7$ lors de la réalisation du test avec l'attelle DAFO et de $29,1 \pm 23,3$. On note une différence de score statistiquement significative ($p= 0,00$) de 9,2 entre les deux tests. Concernant l'item E, le score était de $26,4 \pm 23,6$ lors du port de l'attelle et de $19,9 \pm 17,7$. La différence entre les deux scores est de 6,5, cette dernière est statistiquement significative ($p= 0.001$). Le score EMFG-88 total est de $39,9 \pm 23,5$ lors du port de l'attelle et de $33,3 \pm 19,4$. La différence de score entre les deux tests est statistiquement significative ($p= 0.001$).

4.4.3. Modification du critère de jugement secondaire : L'EMFG-66

JC Maas et al., lors de leur essai contrôlé randomisé de 2014 **n'ont montré aucune différence statistiquement significative** entre le groupe portant l'attelle nocturne et le groupe contrôle ($p= 0,21$).

Vanessa a scholtes et al., lors de leur ECR de 2010 **n'ont montré aucune différence significative** ($p= 0,73$) entre les deux groupes concernant le score de l'EMFG-66. Le score final 76,6% pour le groupe intervention et 72,7% pour le groupe contrôle.

Kristie F. Bjornson et al., dans leur étude en crossover de 2006 **ont montré une différence statistiquement significative** ($p= 0.001$) entre les deux groupes concernant le score de l'EMFG-66. Le score EMFG-66 est de 52.5 ± 11.6 lors du port de l'attelle et de 49.1 ± 4.8 sans, on observe une différence de 3.4 % entre les deux groupes.

L'ensemble des résultats des études incluses sont résumés dans les tableaux IX et X.

Tableau IX. Résultats des essais contrôlés randomisés et essais en crossover

Etude	Groupe expérimental	Modalités groupe expérimental	Groupe contrôle	Evaluation	Résultats des critères de jugements de la revue
Goswami et al. 2021 (51)	N=30 Traitement via kinésithérapie conventionnelle Plus réalisation à domicile d'activités fonctionnelles.	3*/ session 3*/jours 5/7jours Pendant 6 mois	N=29 Traitement via kinésithérapie conventionnelle	T0 = J0 T1 = M3 T2 = M6	Aucuns changements significatifs dans les critères de jugements secondaires
Tekin et al. 2021 (52)	N= 11 Kinésithérapie conventionnelle Plus séance de WBV Puis 12 semaines de kinésithérapie conventionnelle	Kinésithérapie : - 45 minutes - 2/7j /8s WBV : - 15 minutes - 3*/7j/8s (alternance de 3 min de vibrations et 3 min de repos) Puis 12 semaines de kinésithérapie seule	N=11 Kinésithérapie conventionnelle : - 45 minutes - 2j/7j/20s	T0= J0 T1 = S8 T2 = S20	Amélioration significative par rapport au groupe contrôle : - EMFG-88 E (p= 0.0001) - EMFG- 88 total (p= 0.001)

Cheng et al. 2014 (53)	N = 16 Séance de whole body vibration (WBV)	1 séance de 20 minutes de WBV (activé)	1 séance de 20 minutes de WBV (non activé)	T0 : avant intervention T1 : directement après T2 : 30 min après l'intervention.	Augmentation significative du TDM6 par rapport à la condition contrôle (p= 0.000)
JC Maas et al. 2014 (54)	N=13 Utilisation d'une orthèse genou-cheville-pied, équipée d'une unité de puissance Ultraflex® pour la cheville	Port 6 heures toutes les deux nuits pendant un an	N=11 Traitement conventionnel : kinésithérapie et port d'attelle cheville-pied diurne	T0 : J0 T1 : M3 T2 : M6 T3 : M9 T4 : M12	Aucune différence significative
Scholtes et al. 2010 (56)	N = 24 12 semaines de renforcement musculaire fonctionnel et progressif des MI.	3 fois la semaine de 45 à 60 min en petit groupe (4-5 enfants)	N = 25 Kinésithérapie conventionnelle, 1 à 3 séances par semaine	T0 : J0 T1 : durant l'entraînement T2 : directement après l'intervention T3 : S6 après la fin de l'intervention	Aucune différence significative
Bjornson et al. 2006 (57)	N= 24 Port d'une attelle DAFO	Réalisation de l'EMFG-88 et 66 avec l'attelle DAFO	Non port de l'attelle	Evaluation avant et après port de l'attelle.	Amélioration significative de l'EMFG-88 et 66 lors du port de l'attelle DAFO
N : nombre de participants / WBV : Whole Body Vibration / T : temps d'évaluation / J : jour / S : semaine / M : mois / GE : groupe expérimental / GC : groupe contrôle					

Tableau X. Résultats de l'essai non randomisé non comparatif

Étude	Intervention	Modalité d'intervention	Evaluation	Résultat
Wu et al. 2011 (55)	N = 12 Mobilisations actives et étirements passifs par un robot avec un biofeedback via un jeu vidéo.	- 3j/ 7j/ 6s 20 min d'échauffement 15 min de mouvement actif aidé 15 min de mouvement résisté 10 min d'étirement passif Réalisé par un robot, mobilisation en flexion plantaire/ dorsale de la cheville	T0 = avant l'intervention T1 = S6	Augmentation significative du TDM6 (p= 0.02)
N : nombre de participants / T : temps d'évaluation / S : semaine				

5. Discussion

5.1. Rappel de l'objectif de notre revue systématique

Le pied équin est le trouble orthopédique le plus fréquemment rencontré chez les enfants atteints de PC (19). Il peut être dynamique et de ce fait réductible. Cependant, avec le temps l'équin peut devenir fixe et entraîner différentes complications chez l'enfant telles que :

- des troubles de la marche (*true equinus* ou *jump gait*) ;
- des troubles orthopédiques (par exemple : une rétraction du tendon d'Achille ou encore un flexum de hanche)

Les pieds équins dynamiques seront pris en soin via des traitements conservateurs contrairement aux pieds équins fixes qui seront traités par un acte chirurgical. L'objectif de la prise en soin des pieds équin dynamique est de prévenir l'enraidissement de cette position. Selon les recommandations françaises actuelles, la HAS attribue :

- un grade A soit un niveau de preuve scientifique établi au port d'orthèse cheville-pied de fonction lors de la déambulation ;
- un grade B soit une présomption scientifique au port d'orthèse cheville-pied de fonction dans le but d'améliorer la vitesse de marche et la dorsiflexion de la cheville, aux exercices contre résistance combinés à la rééducation fonctionnelle conventionnelle mais ne recommande pas de proposer des étirements passifs et des postures passives diurnes chez les enfants atteints de PC ;
- un grade C, soit un faible niveau de preuve scientifique, est attribué aux traitements suivants : les postures passives nocturnes, des exercices de renforcement musculaire dans le but d'améliorer l'endurance et la force musculaire, l'électrostimulation neuromusculaire en complément de la rééducation et réadaptation fonctionnelle conventionnelle, les ondes de chocs ainsi que les vibrations.

Devant ces résultats, nous nous sommes questionnés sur l'intérêt des traitements conservateurs dans la prise en soin des équins dynamiques chez les enfants atteints de PC spastique. Pour cela, nous avons défini deux catégories de critères de jugement afin d'évaluer l'efficacité des traitements conservateurs :

- un critère de jugement principal : le TDM6 ;
- deux critères de jugement secondaires : l'EMFG-88 ou l'EMFG-66.

5.2. Interprétation des résultats

5.2.1. Résultat principal : évolution du TDM6

Les résultats de cette revue systématique semblent montrer un intérêt de la prise en soins via la réalisation de WBV (*Hsin-Yi Kathy Cheng et al.*) et de mobilisations actives couplées à des étirements passifs grâce à un robot (*Yi-Ning Wu et al.*) sur l'endurance à la marche dans le cadre d'un traitement conservateur d'un pied équin dynamique. Néanmoins, notre revue ne montre aucune différences significatives sur ce même critère en ce qui concerne l'ajout d'activités à domicile en plus des séances de kinésithérapie conventionnelle (*Jyotindra Narayan Goswami et al.*) telles que :

- marcher sur une surface plane ;
- se relever de la position assise ;
- s'accroupir ;
- monter les escaliers ;
- descendre les escaliers ;
- frapper dans un ballon en position debout ;
- danser ;
- faire du tricycle/ bicyclette.

La faible qualité méthodologique de certains articles, nous oblige à nuancer les résultats exposés dans ces articles. Comme exposé dans cette revue, les traitements utilisés et les protocoles interventionnels sont différents d'une étude à l'autre. Ils diffèrent sur la méthode, la durée et la fréquence. L'interprétation des résultats et leur comparaison est de ce fait difficile. Nous ne pourrions pas comparer directement une intervention par rapport à une autre, nous nous interrogerons cependant sur les différences de résultats de ces études.

Concernant l'étude de *Jyotindra Narayan Goswami et al.*, ces derniers proposent d'associer des activités à domicile en plus des séances de kinésithérapie conventionnelle. Les activités à domicile sont réalisées trois fois par jour cinq jours par semaines pendant six mois. Ces activités sont supervisées par les parents ou tuteurs de l'enfant. L'absence d'amélioration de l'endurance à la marche peut provenir de la durée de la prise en soin, de sa faible intensité ou encore du rôle d'examineur des parents et tuteurs. Ces résultats ne semblent pas être affectés par la compliance des enfants ayant dans chaque groupe réalisé 80 à 100% des interventions demandées. Cependant, nous pouvons nous questionner sur la nature et la conception de ces activités à domicile. Selon *Novak et Berry (2014)* des éléments sont à établir afin de réaliser un

programme à domicile optimal. Premièrement, il convient d'établir un lien avec les parents/tuteurs de l'enfant. En effet ces derniers sont les seuls à connaître parfaitement leur enfant et l'environnement dans lequel il évolue. Deuxièmement, le thérapeute doit fixer avec l'enfant et les parents les objectifs correspondant à leurs attentes et leur environnement. Enfin, les activités proposées doivent être en lien avec ces objectifs. Ces activités peuvent être modifiées si les enfants et/ou les parents le souhaitent. Dans l'étude de *Jyotindra Narayan Goswami et al.* le contenu du programme est le même pour tous les enfants. Le programme n'a donc pas été construit de façon individuelle, personnalisée et adaptée aux besoins et aux intérêts de l'enfant. De ce fait, les objectifs des patients n'ont pas été pris en compte dans le choix des activités pour le programme. Cependant, sur les huit activités proposées, les enfants pouvaient effectuer seulement sept d'entre elles en fonction de leurs préférences. De plus, les activités étaient adaptées à l'âge et à la capacité fonctionnelle de l'enfant et modifiées périodiquement pour éviter la monotonie. Les adaptations d'exercices n'ont pas été décrites dans l'article.

L'utilisation du WBV semble avoir un effet positif à court terme sur le TDM6. *Hsin-Yi Kathy Cheng et al.* évaluent l'effet d'une séance de 20 minutes de WBV activé en comparaison à une séance où la WBV ne fonctionne pas. L'ordre des interventions a été défini de manière aléatoire et les séances sont séparées d'une semaine. Lors de la séance de WBV, les participants se tenaient debout sur la plateforme vibrante avec les genoux légèrement fléchis à environ 30°. Des butées de genou antérieures et une ceinture pelvienne ont été utilisées avec l'appareil WBV pour fixer leurs genoux et leur bassin afin de fournir un soutien externe pendant qu'ils étaient debout. Les participants ont reçu l'instruction d'éviter de se tenir au rail de support si possible, mais ils étaient autorisés à s'y tenir si nécessaire. Les enfants devaient essayer de répartir au mieux leur poids sur leurs deux pieds. Les vibrations étaient délivrées à 20 Hz avec un déplacement vertical de deux mm. *Roll et Vedel* (65) ont montré grâce à la microneurographie que les vibrations 70-80 Hz sollicitent de manière optimale la décharge des fibres Ia. Selon *Cooper* (66), les terminaisons secondaires des fibres de type II seraient moins sensibles à la vibration du fait de la construction anatomique du fuseau neuromusculaire. Cependant les vibrations utilisées lors de cette étude ne correspondent pas aux résultats retrouvés chez *Roll and Vedel*. Nous pouvons penser que l'amélioration du TDM6 mise en évidence dans cette étude est liée à la diminution de la spasticité des muscles du membre inférieur. En effet, l'étude a mis en évidence une diminution de la spasticité via le *Wartenburg Pendulum test* en faveur de l'intervention. En sachant que les muscles spastiques présentent des réflexes hypertoniques dépendant de la vitesse et une rigidité passive plus élevée, les patients présentant une spasticité

mesurable présentent une vitesse angulaire du genou réduite pendant la marche (61). Par conséquent, la fonction de déambulation s'améliore à mesure que la spasticité diminue. En outre, la normalisation du tonus musculaire peut atténuer l'inconfort, améliorant ainsi la capacité de marche et la fonction. La WBV serait alors un outil intéressant afin d'améliorer l'endurance à court terme (30 minutes) chez les enfants PC. Une revue systématique de 2015 met en évidence l'amélioration de la spasticité, la force musculaire et la coordination grâce à la vibration du corps entier (62). Selon *Novak et al. (2020)*, le WBV aurait un effet assez faible sur l'amélioration de l'EMFG et la diminution de la spasticité. Les vibrations peuvent avoir un effet sur la spasticité, en provoquant une activité musculaire antagoniste qui contrebalance les contractions musculaires agonistes involontaires. Novak conclut que des recherches supplémentaires sont nécessaires dans ce domaine (67).

Enfin, l'utilisation combinée d'étirement passif à des mobilisations actives améliore significativement le TDM6 chez les enfants souffrant de PC. *Yi-Ning Wu et al.* évalue les effets de 20 minutes d'échauffement puis 15 minutes de mouvement actif aidé suivi de 15 minutes de mouvement résisté et enfin 10 minutes d'étirement passif réalisé par un robot avec comme biofeedback un jeu. Les mouvements réalisés par le robot concernent la flexion plantaire et dorsale de la cheville. Cette séance est répétée trois fois par semaine durant six semaines. Nous pouvons également penser que cette amélioration du TDM6 est liée à d'autres facteurs. En effet, dans cette étude, on retrouve une augmentation de l'amplitude passive de cheville ainsi qu'une diminution des raideurs de chevilles. Cela peut faciliter la génération de force et la fonction de la cheville (60). Bien que le mouvement soit réalisé avec un robot, le fait que les mobilisations effectuées par les enfants sont en fonction d'un jeu leur permet de participer activement. Cela permettait également aux participants de recevoir un biofeedback de la position de la cheville pendant le jeu. Le traitement par biofeedback peut aider les individus à développer une plus grande conscience et une augmentation du contrôle volontaire. Ce qui peut également expliquer une amélioration du TDM6. Cependant, selon *Novak et al. (2020)*, les étirements passifs isolés semblent inefficaces. Des recommandations négatives ont été émises depuis que des substituts efficaces existent (67).

Des différences sont à noter dans la manière de réaliser le TDM6. En effet, le TDM6 est à l'origine un test utilisé dans la population adulte pour évaluer la capacité fonctionnelle sous-maximale ainsi que les effets du réentraînement à l'effort des patients cardiaques et pulmonaires. Ces dernières années, plusieurs études ont montré son intérêt dans l'évaluation de la fonction chez les enfants atteints de PC. Le TDM6 est un test standardisé. Dans les écrits, un

couloir de 30 mètres de long marqué tous les trois mètres est nécessaire à la passation du test. Le demi-tour doit être matérialisé par un cône. L'enfant a le droit d'utiliser son aide à la marche habituelle mais cela devra être notifié. Les auteurs recommandent de ne pas réaliser d'exercices à intensité vigoureuse dans les deux heures précédant le début du test. Les commentaires et encouragements délivrés lors de la marche sont codifiés car ils influencent la performance sur les tests de marche. *Yi-Ning Wu et al.* ne décrivent pas les modalités de passation du TDM6 dans leur étude, ce qui peut nous interroger sur la qualité des résultats obtenus et leur fiabilité. Concernant les études de *Hsin-Yi Kathy Cheng et al.* et *Jyotindra Narayan Goswami et al.* réalisent le TDM6 dans des conditions différentes. *Hsin-Yi Kathy Cheng et al.* utilisent un couloir de sept mètres de long contrairement à *Jyotindra Narayan Goswami et al.* utilisant une zone rectangulaire de 34 mètres. Cette disposition rectangulaire n'intègre pas le demi-tour décrit dans le TDM6. Les encouragements standardisés sont réalisés par l'examineur dans l'étude de *Hsin-Yi Kathy Cheng et al.* tandis que dans la seconde étude les encouragements sont réalisés par un parent tout au long du tests sans consignes particulières. Les études évaluant le TDM6 comme critère de jugement présentent donc des différences de passation en comparaison au test standardisé. Ces différences se retrouvent également entre les études. Il est alors difficile d'interpréter et de comparer des résultats basés sur un test n'ayant pas les mêmes modalités de passation.

Les populations incluses au sein de ces articles étaient hétérogènes. En effet, *Jyotindra Narayan Goswami et al.* inclus des patients GMFCS II à III ce qui peut influencer le score du TDM6. Pour les deux autres études, le GMFCS des participants n'est pas détaillé. Dans l'étude de *Yi-Ning Wu et al.*, les participants sont diplégiques ou montre des signes d'hémiplégie. Concernant la population de l'étude de *Hsin-Yi Kathy Cheng et al.*, les enfants étaient soit diplégiques ou quadriplégiques. En sachant que les scores du TDM6 sont en moyenne moins bons chez les enfants ayant un GMFCS important, cela pourrait expliquer les différences de résultats entre les études.

Nous pouvons également interpréter l'impact clinique des différences indiquées par les auteurs. La différence minimale cliniquement significative (MCID) du TDM6 est évaluée par *Fabio Alexander Storm et al.*, chez une population pédiatrique souffrant de PC. Ce MCID est évalué entre six à 23 mètres en moyenne avec des sous-groupes de quatre à 28 mètres pour le GMFCS I-II, de neuf à 19 mètres pour le GMFCS III et de dix à 27 mètres pour le GMFCS IV. En interprétant les résultats des trois études ayant comme critère de jugement le TDM6, nous pouvons penser que l'amélioration du TDM6 est cliniquement intéressante dans deux études

(53, 55). Le tableau suivant regroupe les évolutions du score du TDM6 en regard du MCID en valeur seuil (Tableau XI)

Tableau XI. Différence minimale cliniquement significative des études selon le TDM6

Articles	Différence minimale cliniquement significative TDM6 > 6-23m
Jyotindra Narayan Goswami et al. 2021	3,5
Hsin-Yi Kathy Cheng et al. 2014	6,13
Yi-Ning Wu et al. 2011	51,24

5.2.2. Amélioration de l'EMFG-88

L'évolution de la fonction motrice au cours d'un traitement conservateur a été évaluée par trois articles utilisant à la fois :

- les effets combinés d'une activité à domicile associée à la kinésithérapie conventionnelle (*Jyotindra Narayan Goswami et al.*, 2011) ;
- l'effet combiné de séances de kinésithérapie conventionnelle associées à des séances de WBV (*Fatih Tekin et al.*, 2021) ;
- l'impact du port d'une attelle DAFO (*Kristie F. Bjornson et al.* ; 2006).

Ces trois articles incluent des patients d'un à dix-huit ans ayant un GMFCS entre I et III. L'étude de *Jyotindra Narayan Goswami et al.* n'a montré aucune amélioration significative du score EMFG-88 dans son étude contrairement aux deux autres.

Les deux études concluent à l'augmentation des potentialités motrices des enfants lors du port de l'attelle DAFO (*Kristie F. Bjornson et al.*) et directement après le traitement par WBV (*Fatih Tekin et al.*). L'amélioration de l'EMFG-88 après WBV se maintient 12 semaines après l'intervention.

L'attelle DAFO de *Kristie F. Bjornson et al.* est une attelle avec une dorsiflexion et une flexion plantaire libres. C'est une orthèse mince et flexible qui enveloppe le pied et la cheville de l'enfant. Elles sont fabriquées en polypropylène très fin et présente un lit plantaire individuel qui améliore la proprioception. Les lignes de coupe sont médialement et latéralement proximales par rapport aux malléoles, tandis que, postérieurement, la ligne de coupe s'abaisse pour permettre le mouvement de l'articulation de la cheville dans le plan sagittal. Ce type

d'orthèse a été qualifié d'orthèse supramalléolaire (SMO). Elle est recommandée pour les enfants qui ont un bon contrôle fonctionnel de la cheville en position debout et qui participent à des activités nécessitant des mouvements de transition de la position debout à la position au sol (c'est-à-dire ramper, se mettre à demi-agenouillé et se tenir debout). Ces attelles permettent de corriger la posture du pied, de la cheville et de la jambe en améliorant la stabilité et le positionnement du talon au sol.

Concernant le programme de *Fatih Tekin et al.*, les séances de WBV étaient couplées à de la kinésithérapie conventionnelle pendant 8 semaines. Puis l'ensemble des participants recevaient 12 semaines de kinésithérapie conventionnelle. Les séances de kinésithérapie duraient 45 minutes et avaient lieu deux jours par semaine durant huit semaines puis 12. Lors des huit premières semaines, le groupe intervention recevait 15 minutes de WBV, trois fois par semaines. Les séances de WBV alternaient trois minutes de vibrations et trois minutes de repos.

L'étude de *Girardot et Bérard* en 2005 a permis de mettre en évidence une évolution naturelle du score EMFG chez les enfants souffrant de PC. En effet, nous retrouvons une augmentation rapide et régulière du score lors des premières années de vie puis cette augmentation devient plus lente jusqu'à atteindre une phase de plateau. Cette évolution dépend à la fois de l'âge de l'enfant et de son GMFCS. Il semble alors important de prendre en compte cette notion lors de l'interprétation des résultats. De ce fait, l'amélioration du score EMFG perçue lors de sa passation peut être également lié à cette évolution naturelle et non pas seulement au traitement conservateur en question.

De la même façon que le TDM6, nous pouvons interpréter l'impact clinique des différences indiquées par les auteurs grâce au MCID de l'EMFG-88 évaluée par *Fabio Alexander Storm et al.* chez les enfants atteints de PC. Ce MCID est évalué entre 0,1% et 3,0% pour le score EMFG total. Concernant la dimension « D » de l'EMFG-88, le MCID est de 0,8% à 5,2% et pour la dimension « E » il correspond à une variation de 0,3% à 4,9% du score.

En interprétant les résultats des trois études ayant comme critère de jugement l'EMFG-88 D&E, nous pouvons penser que l'amélioration de ce score est cliniquement intéressante dans deux études (53, 55). Le tableau suivant regroupe les évolutions de ce score en regard du MCID en valeur seuil (Tableau XII).

Tableau XII. Différence minimale cliniquement significative des études selon l'EMFG-88

Articles	Différence minimale cliniquement significative		
	EMFG-88 > 0,1-3,0%	EMFG-88 D > 0,8-5,2%	EMFG-88 E > 0,3-4,9%
<i>Jyotindra Narayan Goswami et al. 2021</i>	0	0	0
<i>Fatih Tekin et al. 2021</i>	2,55	1,18	15,18
<i>Kristie F. Bjornson et al. 2006</i>	6,6	9,2	6,5

5.2.3. Amélioration de l'EMFG-66

L'effet des traitements conservateurs sur l'EMFG-66 a été mesuré par trois études (*JC Maas*, *Vanessa a Scholtes* et *Kristie F. Bjornson*). Ces trois études présentent plusieurs différences.

JC Maas et *Kristie F. Bjornson* proposent tous deux un protocole utilisant des attelles, seulement le type et le port de ces dernières divergent. En effet, *JC Maas* propose le port nocturne alternatif d'une attelle KAFO (*Knee Ankle Foot Orthosis*) Ultraflex® sur une période d'un an. Cette attelle permet une extension complète du genou et une dorsiflexion de cheville devant être augmentée chaque nuit. La dorsiflexion de cheville restait inchangée pendant deux semaines si l'enfant se plaignait de douleur ou d'inconfort. Le système Ultraflex® permet, via un mécanisme, de régler l'amplitude d'une articulation. Dans cette étude, l'Ultraflex® concerne l'articulation de la cheville en dorsiflexion. Cette attelle devait être portée six heures chaque nuit. A l'inverse, *Kristie F. Bjornson* évalue l'effet du port d'une attelle DAFO de manière ponctuelle et n'a donc pas de résultats à moyen et long terme.

Concernant l'étude de *Vanessa a Scholtes*, cette dernière évalue l'effet d'un programme de 12 semaines de renforcement musculaire fonctionnel et progressif des membres inférieurs associé à de la kinésithérapie conventionnelle. Le programme est construit sur divers exercices : le *leg-press* suivi de trois exercices fonctionnels (*assis-debout*, *lateral step-up*, *half knee-rise*) le tout en portant une veste lestée de 0,5 kg à trois kg. L'intensité des exercices augmentait progressivement au cours du programme en se basant sur une estimation du huit RM (répétition maximale) des participants. Chaque exercice est à répéter huit fois sur trois séries. Ce programme est comparé à l'utilisation seule de la kinésithérapie.

Seule l'étude en crossover de *Kristie F. Bjornson et al.* conclut à une différence significative entre le groupe control et intervention concernant le score EMFG-66. Le port d'attelle DAFO permet de meilleurs résultats à la passation de l'EMFG-66 comparé à son absence.

Nous pouvons donc nous interroger sur la raison des résultats non significatifs des deux autres études.

Premièrement, dans l'étude de *JC Maas*, l'attelle KAFO Ultraflex® était rarement portée six heures par nuit. En effet, de nombreux enfants se sont plaints de l'inconfort de l'attelle. Celle-ci provoquait notamment des points de pressions importants, un maintien insuffisant du pied dans l'attelle ou encore des spasmes musculaires. De ce fait, le protocole n'a pu être suivi correctement et de la même manière par tous les enfants. L'intervention est de ce fait disparate au sein du groupe intervention. De plus, le port de l'attelle est couplé aux soins habituels de l'enfant, seulement, ces soins ne sont pas détaillés dans l'étude et sont différents pour chacun des enfants. En effet, les soins annexes des enfants ne sont pas protocolisés à la fois dans les deux groupes. Ce qui peut créer une inégalité dans les traitements habituels des enfants.

Deuxièmement, l'étude de *Vanessa a Scholtes* met en évidence une augmentation de huit à 14% de la force musculaire des membres inférieurs suite au programme de renforcement. Cependant, cette augmentation ne permet pas une amélioration du score EMFG-66. Deux ECR étudient également l'effet du renforcement musculaire sur la fonction motrice. Ces derniers ont montré une amélioration significative du score EMFG-66 en faveur du groupe intervention (58, 59). Nous pouvons donc nous demander si l'évolution de l'EMFG-66 est corrélée à l'augmentation de la force musculaire. Cependant, cette force musculaire devrait être suffisamment élevée pour avoir un impact sur ce score. L'absence d'amélioration de la mobilité dans l'étude de *Vanessa a Scholtes* peut s'expliquer par le fait que les améliorations de la force musculaire de huit à 14 % étaient trop faibles pour améliorer la mobilité, ou que le nombre de muscles gagnant en force était trop limité. De plus, le manque d'efficacité sur l'amélioration de la mobilité constaté dans cette étude pourrait s'expliquer par le manque de variation des contextes de tâches et d'exercices adaptés. Selon *Janet H. Carr*, l'amélioration de la fonction est plus importante lorsque la tâche est pratiquée dans différents contextes (68). Dans l'étude de *Vanessa a Scholtes*, les exercices fonctionnels s'apparentaient à des activités de la vie quotidienne. Cependant, le contexte des exercices est resté inchangé durant l'étude. Des exercices personnalisés avec une approche axée sur les objectifs pourraient améliorer l'efficacité de l'entraînement musculaire sur la mobilité.

L'étude de *Kristie F. Bjornson* présentant des résultats significatifs inclus en moyenne des enfants marchant ayant un GMFCS inférieur aux deux autres études. De ce fait, leur score EMFG-66 est moins important (moyenne de 33,3). Dans l'étude de *Vanessa a Scholtes*, les scores EMFG-66 sont déjà élevés (avec un score moyen de 73,95). La marge d'amélioration est donc moins importante si le score est déjà élevé. Il est plus intéressant d'utiliser l'EMFG comme évaluation annuelle de la fonction. En effet, cette échelle manque de sensibilité, les changements dans la fonction seront difficiles à percevoir à court terme.

De la même façon que pour l'EMFG-88, l'EMFG-66 suit une évolution naturelle dépendant de l'âge de l'enfant et de son GMFCS. Il convient donc de prendre en compte cette notion afin de pondérer notre interprétation des résultats. Une étude réalisée par *Hanna, Bartlett, Rivard et Russell* en 2008 indiquant les percentiles de l'évolution naturelle, nous permet de comparer les scores EMFG d'enfants atteint de PC à l'évolution normale pour son âge et son niveau de GMFCS (69).

Nous pouvons interpréter l'impact clinique des différences indiquées par les auteurs des études grâce au MCID de l'EMFG-66. Ce MCID a été évalué à 1,5% par *Oeffinger D et al.* chez les enfants atteints de PC (70).

En interprétant les résultats des trois études ayant comme critère de jugement l'EMFG-66, nous pouvons penser que l'amélioration de ce score est cliniquement intéressante dans une étude (57). Le tableau suivant regroupe les évolutions de ce score en regard du MCID en valeur seuil (Tableau XIII)

Tableau XIII. Différence minimale cliniquement significative des études selon l'EMFG 66

Articles	Différence minimale cliniquement significative EMFG-66 > 1,5%
JC Maas et al. 2014 (54)	Non renseigné
Vanessa a scholtes et al. 2010 (56)	0,5
Kristie F. Bjornson et al. 2006 (57)	3,4

5.3.Limites des études

Les études inclus au sein de notre revue systématique présentent différentes limites. Il convient de les prendre en compte dans l'interprétation des conclusions que nous avons pu en faire.

Premièrement, les articles inclus sont de faibles qualités méthodologiques. Seulement deux études ont réalisé un calcul d'effectif en amont (*Fatih Tekin et al. 2021; JC Maas et al. 2014*). Le calcul d'effectif est primordial dans une étude pour appuyer la qualité de ses résultats. Il est donc difficile de pouvoir conclure sur ces derniers. Les sept articles inclus dans la revue systématique présentent des niveaux de preuve différents. Les quatre ECR présentent « quelques incertitudes » selon l'échelle RoB 2. En ce qui concerne les deux études en crossover, une présente « quelques incertitudes » et la deuxième est évaluée comme ayant un « risque de biais élevé ». Et enfin concernant l'essai non randomisé, il présente un score de 12/16 selon l'échelle MINORS (16 étant le score idéal pour les essais non comparatifs). La qualité méthodologique des articles constitue une limite pour notre revue.

L'hétérogénéité des traitements conservateurs évalués dans chaque étude présente également une autre limite on retrouve à la fois :

- des activités fonctionnelles à domicile (51) ;
- des séances de WBV (52) (53) ;
- le port d'orthèse KAFO Ultraflex® (54) ;
- du renforcement musculaire (56) ;
- le port d'attelle DAFO (57) ;
- des mobilisations actives et étirements passifs par un robot (55).

La durée, la fréquence ainsi que l'intensité de ces traitements sont différents entre chaque étude. Les évaluations des critères de jugements ne sont pas réalisées au même moment, certains évaluent les techniques sur le court terme (immédiatement après l'intervention) et d'autres sur le long terme (un an).

Les caractéristiques des populations incluses sont différentes d'un article à l'autre. Notamment sur le GMFCS des participants ou encore sur leur topographie de PC. Tous sont diagnostiqués PC spastique cependant la topographie variait régulièrement.

Il est difficile de généraliser les résultats de notre revue systématique à l'ensemble de la population pédiatrique souffrant de PC. La taille de l'effectif de notre étude est de seulement 205 enfants au total, ce qui représente une limite à prendre en compte.

Concernant les conflits d'intérêt, trois études déclarent ne pas en avoir (51-53). Deux des articles inclus déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt, cependant leurs études ont été financées directement par l'entreprise créant les orthèses (54) ou par des fondations encourageant la recherche (55). Un article déclare avoir de potentiels conflits d'intérêts dus au

financement par organisation commerciale du robot utilisé (56). Enfin, une étude ne donne pas de détail sur cet aspect (57). Ces conflits d'intérêts constituent une limite à notre étude. L'objectivité de certains articles peut nous interroger.

5.4. Limites de la revue systématique

L'échelle AMSTAR 2 a été utilisée afin d'évaluer le risque de biais de notre revue systématique. La grille d'évaluation remplie est disponible en Annexe I.

Grâce à cette échelle, nous pouvons observer que la principale cause de biais repose sur le fait que la lecture et la sélection des articles est réalisée par un seul opérateur. Nous avons également relevé une autre source de biais. Bien que la recherche des doublons ait été faite via un logiciel (*Rayyan*), la suppression de ces derniers s'est faite manuellement. De plus, l'inclusion des articles ainsi que l'extraction de leurs données ont été réalisées manuellement.

La qualité méthodologique des articles inclus peut impacter la qualité de notre revue. En effet la majorité présente « quelques incertitudes » selon RoB 2. Nous avons inclus des essais contrôlés non randomisés afin de répondre à nos critères de jugement, cette inclusion diminue le niveau de preuve de la revue.

Par ailleurs, certains articles n'ont pu être inclus car leurs rédactions étaient établies dans une langue non maîtrisée.

L'hétérogénéité des traitements utilisés au sein des articles inclus rend l'analyse difficile. Il n'est pas possible d'avoir une comparaison pertinente entre les traitements et leurs résultats.

Pour finir, en tant qu'étudiant, nous sommes peu expérimentés dans le domaine de la recherche ce qui représente une limite à notre étude. En effet, nous avons une faible expérience professionnelle qui peut limiter les différentes interprétations d'articles ainsi que notre vision de la pratique masso-kinésithérapique.

Parmi les points forts de ce travail, notre revue systématique suit les recommandations PRISMA 2020. Nous avons effectué nos recherches sur quatre bases de données différentes afin de cibler le plus de littérature possible.

5.5. Mise en perspective des données

5.5.1. Implication pour la recherche

Cette revue systématique a permis de montrer les effets des traitements conservateurs chez les enfants et adolescents atteints de PC et ayant un pied équin sur le TDM6 ainsi que sur l'EMFG-

88 et 66. La réalisation de cette revue permet également de nous interroger sur des recherches futures.

Il pourrait être pertinent de réaliser cette revue systématique avec une plus grande similitude dans les études incluses. Par exemple focaliser la revue sur un type spécifique de traitements conservateurs afin de pouvoir comparer concrètement les résultats obtenus. Le fait d'avoir des traitements différents dans chaque étude a rendu l'analyse complexe et diminue la qualité de notre recherche.

L'évaluation des paramètres spatio-temporels de la marche en lien avec le TDM6 pourrait être intéressante. Cela permettrait de comprendre le lien entre ces deux notions et de cibler notre traitement sur le ou les facteurs limitants. À cette analyse des paramètres spatio-temporels pourrait s'ajouter l'évolution de l'Index de Dépense Énergétique (IDE). En effet, le TDM6 est aussi lié à l'IDE. Cet index permet, selon *Cristol et al.*, d'apprécier l'impact fonctionnel d'un traitement. Il s'évalue de manière protocolisée grâce à une épreuve de marche de cinq minutes. La vitesse moyenne de marche ainsi que la fréquence cardiaque moyenne doivent être relevées lors de l'épreuve. Cet outil est validé chez les enfants atteints de PC (71).

Il serait également intéressant d'évaluer la douleur chez les enfants PC. À la fois la douleur provoquée par les soins mais également lors de la vie quotidienne. L'enquête *ESPaCE* (Enquête de Satisfaction des personnes atteintes de Paralyse Cérébrale) a permis de mettre en évidence que 53% des enfants souffrant de PC présentent des douleurs. Dans 38% des cas, la kinésithérapie permet de soulager les douleurs de ces enfants. Cependant, elle peut également être pourvoyeur de douleurs. (72) Nous avons deux articles analysant les étirements passifs (55) et la posture avec une attelle KAFO Ultraflex® (54). Ces deux traitements entraînent plus de douleurs que d'autres. Il serait alors pertinent d'établir un lien entre la douleur provoquée par le traitement et son efficacité sur la fonction.

5.5.2. Implication professionnelle

Les traitements conservateurs dans la prise en soin des enfants et adolescents atteints de PC et ayant un pied équin permettent en théorie de diminuer cette malposition et de prévenir son enraidissement jusqu'à un équin fixe. Un des objectifs de la prise en soin kinésithérapique de ces enfants concerne l'autonomie. Cette autonomie peut être conservée notamment grâce à la marche. Un pied équin fixe peut entraîner des troubles de la marche et une augmentation des dépenses énergétiques. L'autonomie de l'enfant aura donc tendance à évoluer négativement plus l'équin sera fixe et important.

Les traitements conservateurs sont les traitements de première intention. Les masseurs-kinésithérapeute ont donc un rôle majeur à jouer dans la prévention et la prise en soin de ces enfants et adolescents. Une grande gamme de traitement s'offre à nous concernant la prise en soin des PC. En pratique, il faut savoir adapter son traitement à l'enfant, aux objectifs thérapeutiques, à l'avancé des traitements ainsi qu'à la littérature. Il est donc important de s'informer régulièrement des dernières recommandations publiées.

Certains articles inclus dans cette revue requiers l'achat du matériel onéreux comme un robot portable ou encore une plateforme de vibration. La rééducation utilisant ce type de matériel n'est donc pas accessible à tous.

5.5.3. Implication personnelle

La réalisation de ce travail de recherche m'a permis d'approfondir et d'enrichir mes compétences à la fois dans la construction de ma réflexion scientifique et également dans le développement de mon esprit critique. Les recherches effectuées lors de ce travail m'ont permis d'améliorer mes connaissances sur la PC ainsi que les traitements conservateurs associés, par rapport à mon stage de 2^{ème} année de masso-kinésithérapie.

6. Conclusion

Nous avons mis en place une revue systématique afin de rendre compte des effets des traitements conservateurs sur l'endurance à la marche et la fonction chez des enfants atteints de PC et ayant un pied équin.

En analysant la littérature actuelle, nous avons pu conclure sur l'intérêt des traitements conservateurs dans l'amélioration de l'endurance à la marche des enfants et adolescents atteints de PC grâce aux séances de WBV (53) et de mobilisations actives et d'étirements passifs par un robot (55). De plus, les séances de WBV (52) et le port d'attelle DAFO (57) semblent améliorer la fonction dans cette population. Cependant, ces conclusions ne se basent que sur un ou deux protocoles différents par traitements. Les résultats de notre revue sont à prendre avec précaution en raison de l'hétérogénéité de la population et de la faible qualité méthodologique des études incluses.

Il convient donc de poursuivre les études avant d'utiliser ces différents traitements lors de notre pratique de la kinésithérapie. Il serait intéressant de réaliser de futures recherches focalisées sur un type de traitement en particulier. Cela permettrait d'évaluer les différents paramètres les plus performants afin d'améliorer le score TDM6 et donc l'endurance à la marche.

7. Source de financement

Aucun appui financier interne ou externe n'a été apporté pour ce mémoire de recherche.

8. Déclaration de conflit d'intérêt

L'auteur déclare n'avoir aucun conflit d'intérêt avec cette étude.

9. Bibliographie

1. Richards CL, Malouin F. Chapter 18 - Cerebral palsy: definition, assessment and rehabilitation. In: Dulac O, Lassonde M, Sarnat HB, éditeurs. Handbook of Clinical Neurology [Internet]. Elsevier; 2013 [cité 14 avr 2022]. p. 183-95. (Pediatric Neurology Part I; vol. 111). Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978044452891900018X>
2. Masson E. Pathologie neurologique périnatale et ses conséquences, C. Amiel-Tison, J. Gosselin. Collection Périnatalité. Éditeur Masson, Issy-les-Moulineaux (Hauts-de-Seine), (2010). 304 pp., ISBN: 978-2-294-70895-4. [Internet]. EM-Consulte. [cité 14 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/658040/pathologie-neurologique-perinatale-et-ses-conseque>
3. Bérard C. La paralysie cérébrale de l'enfant : guide de la consultation. Examen neuro-orthopédique du tronc et des membres inférieurs, Sauramps Médical (2008). 265 pp., 1 DVD, ISBN : 978 2 84023 550 7. [Internet]. EM-Consulte. [cité 14 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/218727/la-paralysie-cerebrale-de-lenfant-guide-de-la-cons>
4. Cans C. Épidémiologie de la paralysie cérébrale (« cerebral palsy » ou cp). Motricité Cérébrale : Réadaptation, Neurologie du Développement. 1 juin 2005;26(2):51-8. Masson E.
5. Masson E. La paralysie cérébrale de l'enfant : guide de la consultation. Examen neuro-orthopédique du tronc et des membres inférieurs, C. Bérard et al., Sauramps Médical (2008). 265 pp., 1 DVD, ISBN : 978 2 84023 550 7. [Internet]. EM-Consulte. [cité 14 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/218727/la-paralysie-cerebrale-de-lenfant-guide-de-la-cons>
6. Fondation Paralysie Cérébrale. Qu'est-ce que la paralysie cérébrale? [Internet]. Fondation Paralysie Cérébrale. [cité 1 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.fondationparalysiecerebrale.org/quest-ce-que-la-paralysie-cerebrale>

7. Research and Statistics [Internet]. 2018. United Cerebral Palsy. [cité 28 avr 2022]. Disponible sur: <https://ucp.org/resource-guide/research-statistics/>
8. CNFS. Paralysie cérébrale [Internet]. Consortium National de Formation en Santé. [cité 1 mars 2022]. Disponible sur: <https://cnfs.ca/pathologies/paralysie-cerebrale>
9. Krigger KW. Cerebral palsy: an overview. *Am Fam Physician*. 1 janv 2006;73(1):91-100.
10. Dursun N, Gokbel T, Akarsu M, Dursun E. Randomized Controlled Trial on Effectiveness of Intermittent Serial Casting on Spastic Equinus Foot in Children with Cerebral Palsy After Botulinum Toxin-A Treatment. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. Avr 2017;96(4):221-5. DOI: 10.1097/PHM.0000000000000627.
11. Vasseur R. La diplégie spastique : dépistage précoce et prévention. Un modèle pour l'étude du développement précoce et ses troubles. *Devenir*. 2009;21(4):245-64. DOI : <https://doi.org/10.3917/dev.094.0245>
12. Masson E. Presentation du handicap, deficit et incapacite : quelle prise en charge [Internet]. EM-Consulte. [cité 14 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/241082/presentation-du-handicap-deficit-et-incapacite-que>
13. Palisano R, Rosenbaum P, Bartlett D, Livingston M. Le Système de Classification de la Fonction Motrice Globale Étendu, Revu et Corrigé. :6.
14. Reid SM, Carlin JB, Reddihough DS. Using the Gross Motor Function Classification System to describe patterns of motor severity in cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2011;53(11):1007-12. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2011.04044.x
15. Eliasson AC, Krumlinde-Sundholm L, Rösblad L, Beckung E, Arner M, Öhrvall AM, et al. Manual Ability Classification System - PsycNET [Internet]. American

Psychological Association. 2006 [cité 29 fev 2022]. Disponible sur: <https://doi.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2Ft68655-000>

16. Hidecker MJC, Paneth N, Rosenbaum PL, Kent RD, Lillie J, Eulenberg JB, et al. Developing and validating the Communication Function Classification System for individuals with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2011;53(8):704-10. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2011.03996.x
17. Truscelli D, Barbot F de, Bernardeau C, Cataix-Nègre E, Guillot I, Khouri N, et al. Comprendre la paralysie cérébrale et les troubles associés. Elsevier Masson; 2017. 496 p.
18. APF France handicap. L'enfant atteint d'infirmité motrice cérébrale [Internet]. [cité 12 dec 2021]. Disponible sur : http://www.imc.apf.asso.fr/IMG/pdf/item51c_cours_univ_lyon.pdf
19. Seetha V. Évaluation du traitement de l'équin chez l'enfant par la toxine botulique : approche multidisciplinaire au centre hospitalier d'Annecy. *Médecine humaine et pathologie*. 2008. ffdumas00638755f
20. Goldstein M, Harper DC. Management of cerebral palsy: equinus gait. *Dev Med Child Neurol*. août 2001;43(8):563-9. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11508924/> DOI: 10.1111/j.1469-8749.2001.tb00762.x
21. Cobeljic G, Bumbasirevic M, Lesic A, Bajin Z. The management of spastic equinus in cerebral palsy. *Orthopaedics and Trauma*. 1 juin 2009;23(3):201-9. Disponible sur : https://www.researchgate.net/publication/257721697_The_management_of_spastic_equinus_in_cerebral_palsy DOI : 10.1016/j.mporth.2009.05.003
22. Dufour M. Anatomie de l'appareil locomoteur-Tome 1 Membre inférieur. Elsevier Masson; 2015. 552 p.

23. Metaxiotis D, Siebel A, Doederlein L. Repeated Botulinum Toxin A Injections in the Treatment of Spastic Equinus Foot. *Clinical Orthopaedics and Related Research*® [Internet]. 2002;394. Disponible sur: https://journals.lww.com/clinorthop/Fulltext/2002/01000/Repeated_Botulinum_Toxin_A_Injections_in_the.21.aspx
24. Horsch A, Klotz MCM, Platzer H, Seide S, Zeaiter N, Ghandour M. Is the Prevalence of Equinus Foot in Cerebral Palsy Overestimated? Results from a Meta-Analysis of 4814 Feet. *Journal of Clinical Medicine*. 2021;10(18).
25. Henry B, Docquier P-L. *Neuro-orthopédie : la paralysie cérébrale*. :7.
26. Gastrocnemius Soleus Recession in: *Journal of the American Podiatric Medical Association* Volume 95 Issue 1 (2005) [Internet]. [cité 14 avr 2022]. Disponible sur: <https://japmaonline.org/view/journals/apms/95/1/0950018.xml> DOI: <https://doi.org/10.7547/0950018>
27. Miller S. *Pediatric Spastic Equinus Deformity*. 1994;
28. Wren TAL, Patrick Do K, Kay RM. Gastrocnemius and soleus lengths in cerebral palsy equinus gait—differences between children with and without static contracture and effects of gastrocnemius recession. *Journal of Biomechanics*. 1 sept 2004;37(9):1321-7.
29. Valmassy RL. Biomechanical evaluation of the child. *Clin Podiatry*. 1984 Dec;1(3):563-79.
30. Guissard N, Duchateau J. Neural aspects of muscle stretching. *Exerc Sport Sci Rev*. 2006 Oct;34(4):154-8. doi: 10.1249/01.jes.0000240023.30373.eb
31. Gay S, Egon G. Spasticité. *Physiothérapie, mesures préventives et traitements* [Spasticity. Physical therapy, preventive measures and treatment]. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2005 Jun;24(6):663-6. French. doi: 10.1016/j.annfar.2005.03.011.
32. Peterson MD, Gordon PM, Hurvitz EA, Burant CF. Secondary muscle pathology and metabolic dysregulation in adults with cerebral palsy. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2012 Nov 1;303(9):E1085-93. doi: 10.1152/ajpendo.00338.2012.

33. Fowler EG, Kolobe TH, Damiano DL, Thorpe DE, Morgan DW, Brunstrom JE et al. Section on Pediatrics Research Summit Participants; Section on Pediatrics Research Committee Task Force. Promotion of physical fitness and prevention of secondary conditions for children with cerebral palsy: section on pediatrics research summit proceedings. *Phys Ther.* 2007 Nov;87(11):1495-510. doi: 10.2522/ptj.20060116.
34. Le Cavorzin P. Spasticité musculaire : état des lieux et perspectives - EM consulte [Internet]. [cité 14 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/765074/spasticite-musculaire-etat-des-lieux-et-perspectiv> doi : 10.1016/S1283-0887(12)55402-2
35. Kheder A, Nair KP. Spasticity: pathophysiology, evaluation and management. *Pract Neurol.* 2012 Oct;12(5):289-98. doi: 10.1136/practneurol-2011-000155. PMID: 22976059.
36. Gourdine-Shaw MC, Lamm BM, Herzenberg JE, Bhave A. Equinus Deformity in the Pediatric Patient: Causes, Evaluation, and Management. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery.* 1 janv 2010;27(1):25-42. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2009.10.003>
37. Graham HK, Aoki KR, Autti-Rämö I, Boyd RN, Delgado MR, Gaebler-Spira DJ et al. Recommendations for the use of botulinum toxin type A in the management of cerebral palsy. *Gait Posture.* 2000 Feb;11(1):67-79. doi: 10.1016/s0966-6362(99)00054-5.
38. J. Cottalorda, S. Bourelle, F. Chotel. L'infirmier moteur cérébral marchant : de l'annonce du handicap à la prise en charge de l'adulte / [29e séminaire de la] SOFOP, [Société française d'orthopédie pédiatrique, 2005] ; Université de Lorraine [Internet]. [cité 14 avr 2022]. Disponible sur: https://ulyse.univ-lorraine.fr/discovery/fulldisplay?docid=alma991004948229705596&context=L&vid=33UDL_INST:UDL&lang=fr&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=Everything&mode=advanced
39. Assaiante C, Chabrol B. Développement et troubles de la marche chez l'enfant. *Revue Neurologique.* 1 févr 2010;166(2):149-57. doi : <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2009.10.014>

40. Bell KJ, Ounpuu S, DeLuca PA, Romness MJ. Natural progression of gait in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 2002 Sep-Oct;22(5):677-82.
41. Prosser LA, Lee SC, VanSant AF, Barbe MF, Lauer RT. Trunk and hip muscle activation patterns are different during walking in young children with and without cerebral palsy. *Phys Ther*. 2010 Jul;90(7):986-97. doi: 10.2522/ptj.20090161
42. 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*. 2009 Aug;23(8):714-24. doi: 10.1177/0269215509335293
43. Johnson DC, Damiano DL, Abel MF. The evolution of gait in childhood and adolescent cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 1997 May-Jun;17(3):392-6.
44. Bjornson KF, Belza B, Kartin D, Logsdon R, McLaughlin JF. Ambulatory physical activity performance in youth with cerebral palsy and youth who are developing typically. *Phys Ther*. 2007 Mar;87(3):248-57. doi: 10.2522/ptj.20060157.
45. Guinet AL, Desailly E. Test de marche de six minutes (6MWT) aux enfants atteints de paralysie cérébrale. *Revue de littérature et proposition d'une version adaptée. Motricité Cérébrale*. 1 nov 2018;39(4):119-26. doi : <https://doi.org/10.1016/j.motcer.2018.09.002>
46. Russell DJ, Rosenbaum PL, Cadman DT, Gowland C, Hardy S, Jarvis S. The gross motor function measure: a means to evaluate the effects of physical therapy. *Dev Med Child Neurol*. 1989 Jun;31(3):341-52. doi: 10.1111/j.1469-8749.1989.tb04003.x.
47. HAS. Rééducation et réadaptation de la fonction motrice de l'appareil locomoteur des personnes diagnostiquées de paralysie cérébrale [Internet]. [cité 14 avr 2022]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/p_3166294/fr/reeducation-et-readaptation-de-la-fonction-motrice-de-l-appareil-locomoteur-des-personnes-diagnostiquees-de-paralysie-cerebrale

48. Cerebral Palsy Follow-Up Program. Manuals and evaluation forms. [Internet]. [cité 14 avr 2022]. Disponible sur: <https://cpup.se/in-english/manuals-and-evaluation-forms/>
49. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021 Mar 29;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71.
50. Rayyan – Intelligent Systematic Review [Internet]. [cité 14 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.rayyan.ai/>
51. Goswami JN, Sankhyan N, Singhi P. Add-on Home-Centered Activity-Based Therapy vs Conventional Physiotherapy in Improving Walking Ability at 6-Months in Children With Diplegic Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *Indian Pediatr*. 15 sept 2021;58(9):826-32.
52. Tekin F, Kavlak E. Short and Long-Term Effects of Whole-Body Vibration on Spasticity and Motor Performance in Children With Hemiparetic Cerebral Palsy. *Percept Mot Skills*. juin 2021;128(3):1107-29. DOI: 10.1177/0031512521991095
53. Cheng H-YK, Ju Y-Y, Chen C-L, Chuang L-L, Cheng C-H. Effects of whole body vibration on spasticity and lower extremity function in children with cerebral palsy. *Hum Mov Sci*. févr 2015;39:65-72. DOI: 10.1016/j.humov.2014.11.003
54. Maas J, Dallmeijer A, Huijing P, Brunstrom-Hernandez J, van Kampen P, Bolster E, et al. A randomized controlled trial studying efficacy and tolerance of a knee-ankle-foot orthosis used to prevent equinus in children with spastic cerebral palsy. *Clin Rehabil*. oct 2014;28(10):1025-38. DOI: 10.1177/0269215514542355
55. Wu Y-N, Hwang M, Ren Y, Gaebler-Spira D, Zhang L-Q. Combined passive stretching and active movement rehabilitation of lower-limb impairments in children with cerebral palsy using a portable robot. *Neurorehabil Neural Repair*. mai 2011;25(4):378-85. DOI: 10.1177/1545968310388666
56. Scholtes VA, Becher JG, Comuth A, Dekkers H, Van Dijk L, Dallmeijer AJ. Effectiveness of functional progressive resistance exercise strength training on muscle strength and mobility in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial.

Dev Med Child Neurol. juin 2010;52(6):e107-113. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2009.03604.x

57. Bjornson KF, Schmale GA, Adamczyk-Foster A, McLaughlin J. The effect of dynamic ankle foot orthoses on function in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* déc 2006;26(6):773-6. DOI: 10.1097/01.bpo.0000242377.10596.0f
58. Lee JH, Sung IY, Yoo JY. Therapeutic effects of strengthening exercise on gait function of cerebral palsy. *Disabil Rehabil.* 2008;30(19):1439-44. DOI: 10.1080/09638280701618943.
59. Liao H-F, Liu Y-C, Liu W-Y, Lin Y-T. Effectiveness of loaded sit-to-stand resistance exercise for children with mild spastic diplegia: a randomized clinical trial. *Arch Phys Med Rehabil.* janv 2007;88(1):25-31. DOI: 10.1016/j.apmr.2006.10.006.
60. Zhang L, Chung S, Bai Z, Xu D, Rey E, Rogers M et al. Intelligent stretching of ankle joints with contracture/spasticity | *IEEE Journals & Magazine | IEEE Xplore* [Internet]. [cité 14 avr 2022]. Disponible sur: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1114834> DOI: 10.1109/TNSRE.2002.802857.
61. Tuzson AE, Granata KP, Abel MF. Spastic velocity threshold constrains functional performance in cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil.* sept 2003;84(9):1363-8. DOI : 10.1016/s0003-9993(03)00199-0
62. Duquette SA, Guiliano AM, Starmer DJ. Whole body vibration and cerebral palsy: a systematic review. *J Can Chiropr Assoc.* sept 2015;59(3):245-52.
63. Novak I. Evidence-based diagnosis, health care, and rehabilitation for children with cerebral palsy. *J Child Neurol.* août 2014;29(8):1141-56. DOI: 10.1177/0883073814535503
64. Miller F. Ankle Equinus in Cerebral Palsy | *SpringerLink* [Internet]. [cité 14 avr 2022]. Disponible sur: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-319-50592-3_199-1

65. Roll J-P, Vedel J, Ribot-Ciscar E. Alteration of proprioceptive messages induced by tendon vibration in man: A microneurographic study. *Experimental brain research* Experimentelle Hirnforschung Expérimentation cérébrale. 1 févr 1989;76:213-22. DOI : 10.1007/BF00253639
66. Cooper S. The responses of the primary and secondary endings of muscle spindles with intact motor innervation during applied stretch. *Q J Exp Physiol Cogn Med Sci*. oct 1961;46:389-98.
67. Novak I, Morgan C, Fahey M, Finch-Edmondson M, Galea C, Hines A, et al. State of the Evidence Traffic Lights 2019: Systematic Review of Interventions for Preventing and Treating Children with Cerebral Palsy. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 21 févr 2020;20(2):3. DOI : 10.1007/s11910-020-1022-z
68. Carr Janet H., Shepherd Roberta B. *Neurological Rehabilitation*. [Internet]. Librairie Lavoisier. [cité 01 avr 2022]. Disponible sur: https://www.lavoisier.fr/livre/autre/neurological-rehabilitation-2nd-ed/carr/descriptif_3594587
69. Hanna S, Bartlett D, Rivard L, Russell D. Reference Curves for the Gross Motor Function Measure: Percentiles for Clinical Description and Tracking Over Time Among Children With Cerebral Palsy | *Physical Therapy* | Oxford Academic [Internet]. [cité 01 avr 2022]. Disponible sur: <https://academic.oup.com/ptj/article/88/5/596/2742409>. DOI : 10.2522/ptj.20070314.
70. Oeffinger D. Outcome tools used for ambulatory children with cerebral palsy: responsiveness and minimum clinically important differences [Internet]. [cité 27 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2990955/>. DOI : 10.1111/j.1469-8749.2008.03150.x.
71. Cristol C, Bérard C. Évaluation fonctionnelle de la marche par l'index de dépense énergétique. Valeurs de référence chez l'enfant. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*. 1 janv 1998;41(7):429-33. DOI : 10.1016/S0168-6054(98)80265-

72. Fondation Paralysie Cerebrale. Enquête ESPaCe. [Internet]. [cité 28 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.fondationparalysiecerebrale.org/enquete-espace>
73. Fujimoto J, Umemoto Y, Koike Y, Isida K, Sakamoto K, Tajima F. Immediate effects of short period lower limb ergometer exercise in adolescent and young adult patients with cerebral palsy and spastic diplegia. *J Phys Ther Sci*. 2021 Jan;33(1):52-56. doi: 10.1589/jpts.33.52.
74. González L, Argüelles J, González V, Winge K, Iscar M, Olmedillas H, Blanco M, Valenzuela PL, Lucia A, Federolf PA, Santos L. Slackline Training in Children with Spastic Cerebral Palsy: A Randomized Clinical Trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Nov 21;17(22):8649. doi: 10.3390/ijerph17228649.
75. Meyns P, Kerkum YL, Brehm MA, Becher JG, Buizer AI, Harlaar J. Ankle foot orthoses in cerebral palsy: Effects of ankle stiffness on trunk kinematics, gait stability and energy cost of walking. *Eur J Paediatr Neurol*. 2020 May;26:68-74. doi: 10.1016/j.ejpn.2020.02.009.
76. Lorentzen J, Frisk R, Willerslev-Olsen M, Bouyer L, Farmer SF, Nielsen JB. Gait training facilitates push-off and improves gait symmetry in children with cerebral palsy. *Human Movement Science*. 1 févr 2020;69:102565. Doi : <https://doi.org/10.1016/j.humov.2019.102565>
77. Lee SJ, Jin D, Kang SH, Gaebler-Spira D, Zhang LQ. Combined Ankle/Knee Stretching and Pivoting Stepping Training for Children With Cerebral Palsy. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 2019 Sep;27(9):1743-1752. doi: 10.1109/TNSRE.2019.2934139.
78. Lee H, Kim EK, Son DB, Hwang Y, Kim JS, Lim SH, Sul B, Hong BY. The Role of Regular Physical Therapy on Spasticity in Children With Cerebral Palsy. *Ann Rehabil Med*. 2019 Jun;43(3):289-296. doi: 10.5535/arm.2019.43.3.289.
79. Elnaggar RK, Abd-Elmonem AM. Effects of Radial Shockwave Therapy and Orthotics Applied with Physical Training on Motor Function of Children with Spastic Diplegia:

- A Randomized Trial. *Phys Occup Ther Pediatr.* 2019;39(6):692-707. doi: 10.1080/01942638.2019.1597821.
80. Surana BK, Ferre CL, Dew AP, Brandao M, Gordon AM, Moreau NG. Effectiveness of Lower-Extremity Functional Training (LIFT) in Young Children With Unilateral Spastic Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabil Neural Repair.* 2019 Oct;33(10):862-872. doi: 10.1177/1545968319868719.
81. Hösl M, Böhm H, Eck J, Döderlein L, Arampatzis A. Effects of backward-downhill treadmill training versus manual static plantarflexor stretching on muscle-joint pathology and function in children with spastic Cerebral Palsy. *Gait Posture.* 2018 Sep;65:121-128. doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.07.171.
82. Booth AT, Buizer AI, Harlaar J, Steenbrink F, van der Krogt MM. Immediate Effects of Immersive Biofeedback on Gait in Children With Cerebral Palsy. *Arch Phys Med Rehabil.* 2019 Apr;100(4):598-605. doi: 10.1016/j.apmr.2018.10.013.
83. Tsai LC, Ren Y, Gaebler-Spira DJ, Revivo GA, Zhang LQ. Effects of an Off-Axis Pivoting Elliptical Training Program on Gait Function in Persons With Spastic Cerebral Palsy: A Preliminary Study. *Am J Phys Med Rehabil.* 2017 Jul;96(7):515-522. doi: 10.1097/PHM.0000000000000632.
84. Dabbous OA, Mostafa YM, El Noamany HA, El Shennawy SA, El Bagoury MA. Laser acupuncture as an adjunctive therapy for spastic cerebral palsy in children. *Lasers Med Sci.* 2016 Aug;31(6):1061-7. doi: 10.1007/s10103-016-1951-6.
85. Karabay İ, Öztürk GT, Malas FÜ, Kara M, Tiftik T, Ersöz M et al. Short-Term effects of neuromuscular electrical stimulation on muscle architecture of the tibialis anterior and gastrocnemius in children with cerebral palsy: preliminary results of a prospective controlled study. *Am J Phys Med Rehabil.* 2015 Sep;94(9):728-33. doi: 10.1097/PHM.0000000000000238.
86. Curtis DJ, Bencke J, Mygind B. The effect of training in an interactive dynamic stander on ankle dorsiflexion and gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Neurorehabil.* 2014 Dec;17(6):393-7. doi: 10.3109/17518423.2013.844738.

87. Hansen AB, Price KS, Feldman HM. Myofascial Structural Integration: A Promising Complementary Therapy for Young Children With Spastic Cerebral Palsy. *J Evid Based Complementary Altern Med.* 1 avr 2012;17(2):131-5.. doi:[10.1177/2156587211430833](https://doi.org/10.1177/2156587211430833)
88. Johnston TE, Watson KE, Ross SA, Gates PE, Gaughan JP, Lauer RT et al. Effects of a supported speed treadmill training exercise program on impairment and function for children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2011 Aug;53(8):742-50. doi: 10.1111/j.1469-8749.2011.03990.x.
89. Van den Broeck C, De Cat J, Molenaers G, Franki I, Himpens E, Severijns D et al. The effect of individually defined physiotherapy in children with cerebral palsy (CP). *Eur J Paediatr Neurol.* 2010 Nov;14(6):519-25. doi: 10.1016/j.ejpn.2010.03.004.
90. Fowler EG, Knutson LM, Demuth SK, Siebert KL, Simms VD, Sugi MH et al. Physical Therapy Clinical Research Network (PTClinResNet). Pediatric endurance and limb strengthening (PEDALS) for children with cerebral palsy using stationary cycling: a randomized controlled trial. *Phys Ther.* 2010 Mar;90(3):367-81. doi: 10.2522/ptj.20080364.
91. Matthews MJ, Watson M, Richardson B. Effects of dynamic elastomeric fabric orthoses on children with cerebral palsy. *Prosthet Orthot Int.* 2009 Dec;33(4):339-47. doi: 10.3109/03093640903150287.
92. McNee AE, Gough M, Morrissey MC, Shortland AP. Increases in muscle volume after plantarflexor strength training in children with spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2009 Jun;51(6):429-35. doi: 10.1111/j.1469-8749.2008.03230.

10. Table des illustrations

Figure 1. Arbre de classification de la PC (SCPE ;2001)	6
Figure 2. Gross Motor Function Classification System - Expanded and Revised (GMFCS-E&R)	8
Figure 3. Les différents troubles de la paralysie cérébrale au cours de la croissance de l'enfant (38)	10
Figure 4 Le test de Silfverskiöld.	16
Figure 5. Diagramme de flux	34
Figure 6. Risques de biais à travers l'ensemble des études et par items de l'outil ROB2	42
Figure 7. Risque de biais à travers l'ensemble des études et par items de l'outil ROB2 crossover trials.....	43

11. Table des tableaux

Tableau I. Principales causes des syndromes de PC	3
Tableau II. Amplitudes articulaires chez les enfants atteints de PC	15
Tableau III. Critères PEO.....	25
Tableau IV. Mots clés de l'équation de recherche	28
Tableau V. Caractéristiques des études.....	39
Tableau VI. Tableau de l'analyse des risques de biais des études incluses selon l'échelle Rob 2.	41
Tableau VII. Tableau de l'analyse des risques de biais des études incluses selon l'échelle Rob 2 spécifique au crossover.	42
Tableau VIII. Tableau de l'analyse des risques de biais des études incluses selon l'échelle MINORS	44
Tableau IX. Résultats des essais contrôlés randomisés et essais en crossover	48
Tableau X. Résultats de l'essai non randomisé non comparatif	50
Tableau XI. Différence minimale cliniquement significative des études selon le TDM6	56
Tableau XII. Différence minimale cliniquement significative des études selon l'EMFG-88..	58
Tableau XIII. Différence minimale cliniquement significative des études selon l'EMFG 66.	60

12. Annexes

Annexe A : MACS (Manual Ability Classification System)	I
Annexe B : CFCS (Communication Function Classification System)	II
Annexe C : Classification de la marche chez les enfants hémiparétiques spastiques	II
Annexe D : Classification de la marche chez les enfants diparétiques spastiques.....	III
Annexe E : EMFG (Evaluation Motrice Fonctionnelle Globale)	IV
Annexe F : PRISMA	X
Annexe G : Raisons de l'exclusion des articles	XIII
Annexe H : Evaluation du risque de biais des articles	XV
Annexe I. Risque de biais de notre revue.....	XXII

Annexe A : MACS (Manual Ability Classification System)



Ce que vous devez savoir pour utiliser MACS?

L'habilité de l'enfant à manipuler les objets dans les activités importantes de la vie quotidienne, par exemple pendant le jeu et les loisirs, l'alimentation et à l'habillement.

Dans lesquelles de ces situations l'enfant est autonome et à quel point a-t-il/elle besoin de support et d'adaptation.

- I. **Manipule les objets facilement et avec succès.** Au plus, a des limitations dans l'aisance à exécuter des tâches manuelles qui requièrent de la vitesse et de l'exactitude. Par contre, n'importe quelle limitation dans les habiletés manuelles ne restreint pas l'autonomie dans les activités quotidiennes.
- II. **Manipule la plupart des objets mais avec une certaine diminution de la qualité et/ou vitesse de complétion.** Certaines activités peuvent être évitées ou complétées mais avec une certaine difficulté; des façons alternatives de performance peuvent être utilisées, mais les habiletés manuelles ne restreignent habituellement pas l'autonomie dans les activités quotidiennes.
- III. **Manipule les objets avec difficulté; a besoin d'aide pour préparer et/ou modifier les activités.** La performance est lente et complétée avec un succès limité en ce qui concerne la qualité et la quantité. Les activités sont exécutées de façon autonome si elles ont été organisées préalablement ou adaptées.
- IV. **Manipule une sélection limitée d'objets faciles à utiliser dans des situations adaptées.** Exécute des parties d'activités avec effort et un succès limité. Requiert un support continu et de l'assistance et/ou de l'équipement adapté, même pour une réalisation partielle de l'activité.
- V. **Ne manipule pas les objets et a une habileté sévèrement limitée pour performer même des actions simples.** Requiert une assistante totale.

Distinction entre les Niveaux I et II

Les enfants dans le Niveau 1 peuvent avoir des limitations lors de la manipulation d'objets très petits, lourds ou des objets fragiles qui demandent un contrôle moteur fin détaillé, ou une coordination efficace entre les deux mains. Les limitations peuvent aussi être impliquées lors de situations nouvelles et non familières. Les enfants du Niveau II réussissent presque les mêmes activités que les enfants du Niveau I, mais la qualité de la performance est diminuée ou la performance est plus lente. Les différences fonctionnelles entre les mains peuvent limiter l'efficacité de la performance. Les enfants dans le Niveau II essaient fréquemment de simplifier la manipulation d'objets, par exemple en utilisant une surface pour le support plutôt que de manipuler les objets avec les deux mains.

Distinction entre les Niveaux II et III

Les enfants dans le Niveau II manipulent la plupart des objets, toutefois plus lentement ou avec une performance réduite en qualité. Les enfants du Niveau III ont régulièrement besoin d'aide pour préparer l'activité et/ou requièrent que des ajustements soient faits dans l'environnement vu que leur habilité à rejoindre ou à manipuler les objets est limitée. Ils ne peuvent pas compléter certaines activités et leur degré d'autonomie est relié au support du contexte environnemental.

Distinction entre les Niveaux III et IV

Les enfants du Niveau III peuvent exécuter des activités sélectionnées si la situation est pré-arrangée et si ils reçoivent de la supervision et beaucoup de temps. Les enfants du Niveau IV ont besoin d'aide continue pendant l'activité et peuvent au mieux participer de façon significative dans uniquement certaines parties de l'activité.

Distinction entre les Niveaux IV et V

Les enfants du Niveau IV exécutent une partie de l'activité, par contre, ils ont besoin d'aide continuellement. Les enfants du Niveau V peuvent au mieux participer avec un mouvement simple dans des situations spéciales, ex : en poussant un bouton ou occasionnellement en tenant des objets peu exigeants.

Annexe B : CFCS (Communication Function Classification System)

Niveau I: L'enfant est un émetteur et récepteur efficace avec des partenaires inconnus et familiers

Niveau II: L'enfant est un émetteur et/ou récepteur efficace, mais ayant un rythme plus lent avec des partenaires inconnus et/ou familiers

Niveau III: L'enfant est un émetteur et récepteur efficace avec des partenaires familiers

Niveau IV: L'enfant est un émetteur et/ou le récepteur inconsistant avec des partenaires familiers

Niveau V: L'enfant est rarement un émetteur ou un récepteur efficace, même avec des partenaires familiers

Annexe C : Classification de la marche chez les enfants hémiplégiques spastiques

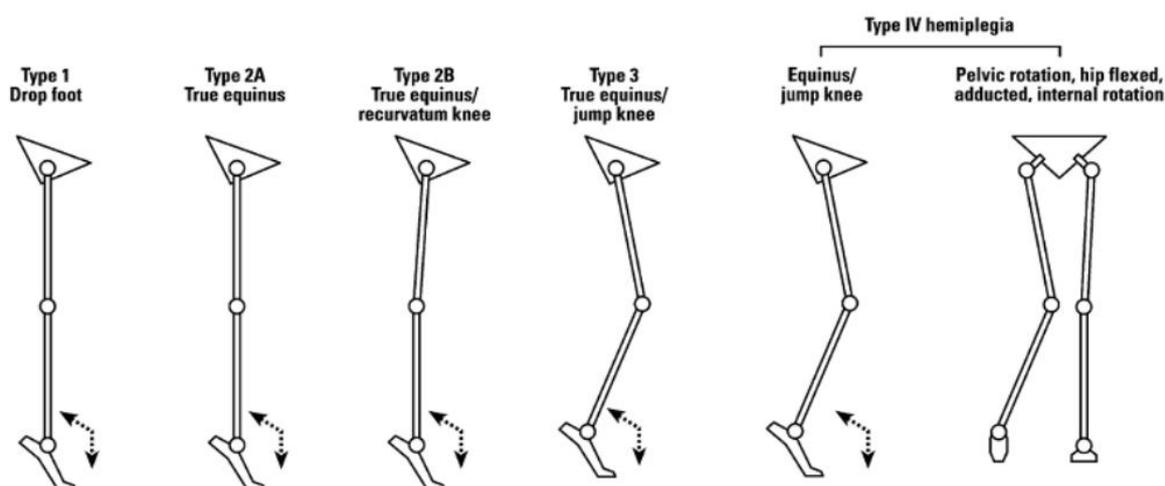


Image issue de : Armand, S., Decoulon, G., & Bonnefoy-Mazure, A. (2016). Gait analysis in children with cerebral palsy. *EFORT Open Reviews*, 1, p. 448-460

Annexe D : Classification de la marche chez les enfants diplégiques spastiques

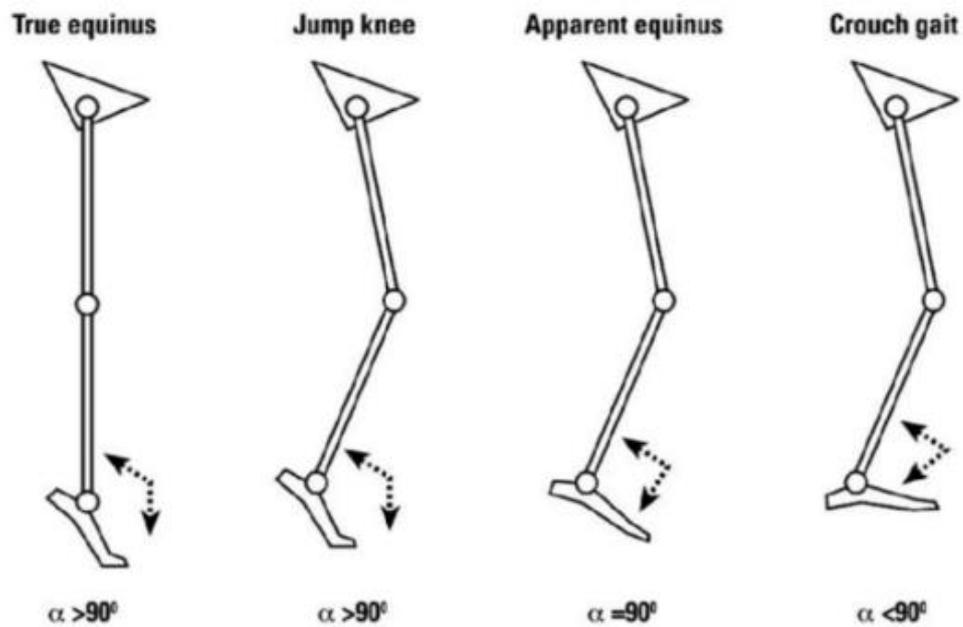


Image issue de : Armand, S., Decoulon, G., & Bonnefoy-Mazure, A. (2016). Gait analysis in children with cerebral palsy. *EFORT Open Reviews*, 1, p. 448-460

Annexe E : EMFG (Evaluation Motrice Fonctionnelle Globale)

EVALUATION MOTRICE FONCTIONNELLE GLOBALE EMFG

FEUILLE DE COTATION (EMFG-88 et EMFG-66)

Nom de l'enfant : _____ N° de dossier : _____

Date d'évaluation : _____
 jour / mois / année

Niveau de sévérité (GMFCS)¹ :

I II III IV V

Date de naissance : _____
 jour / mois / année

Âge de l'enfant : _____
 année / mois

Conditions d'examen : (par ex. : salle, heure, vêtements, personnes présentes...) : _____

Nom de l'examineur : _____

L'EMFG est un outil d'observation standardisé, conçu et validé pour mesurer le changement dans la motricité fonctionnelle globale au fil du temps chez les enfants IMC. Le schéma de cotation doit servir d'indication d'ordre général. Cependant, la plupart des items ont des indications spécifiques pour chaque cotation, l'utilisation de ces consignes de passation est impérative pour chaque item.

SCHEMA DE COTATION 0 = n'ébauche pas
1 = ébauche
2 = accompli partiellement
3 = accompli
NT = non testé (utilisé pour le résultat du GMAE*)

Il est maintenant important de différencier un vrai score "0" (l'enfant n'ébauche pas) d'un item qui n'est pas testé (NT) si vous souhaitez utiliser le logiciel GMFM-66 Ability Estimator.

Le logiciel GMFM-66 Gross Motor Ability Estimator (GMAE) est fourni avec le livre GMFM (2002). L'intérêt du logiciel est de transformer une échelle ordinale en une échelle continue. Cela permettra une estimation plus précise des capacités de l'enfant et fournira une mesure également plus sensible au changement quel que soit le niveau des capacités motrices. Les items qui sont utilisés pour le calcul de l'EMFG-66 sont grisés et signalés par une astérisque (). L'utilisation de l'EMFG-66 n'est validée que pour les enfants qui présentent une IMC.

Pour tout renseignement, contacter :

- Docteur Carole Bérard, Service de Rééducation Pédiatrique l'Escale 6F, Centre Hospitalier Lyon Sud, 69495 Pierre-Bénite Cedex, France.

¹GMFCS classe la fonction motrice en niveaux de sévérité. Ces niveaux sont définis dans l'édition 2002 du "Gross Motor Function Measure GMFM-66&GMFM-88 User Manuel, édition Mac Keith Press 2002, annexe 1".



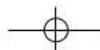
Cocher (x) la cotation correspondante ; si un item n'est pas texté (NT), entourer d'un cercle son numéro dans la colonne NT.

Item	A : COUCHE ET RETOURNEMENTS	COTATION			NT					
1.	D. DOR, TETE EN LIGNE MEDIANE : TOURNE LA TETE EN GARANT LES EXTRÉMITÉS SYMÉTRIQUES	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	1.
* 2.	D. DOR : AMÈNE LES MAINS EN LIGNE MEDIANE, DOIGTS QUI SE TOUCHENT	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	2.
3.	D. DOR : SOULÈVE LA TÊTE À 45°	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	3.
4.	D. DOR : FLECHIT LA HANCHE ET LE GENOU D DANS TOUTE L'AMPLITUDE	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4.
5.	D. DOR : FLECHIT LA HANCHE ET LE GENOU G DANS TOUTE L'AMPLITUDE	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	5.
* 6.	D. DOR : TEND LE MEMBRE SUPERIEUR D LA MAIN FRAVCHIT LA LIGNE MEDIANE EN DIRECTION D'UN JOUET	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	6.
* 7.	D. DOR : TEND LE MEMBRE SUPERIEUR G LA MAIN FRAVCHIT LA LIGNE MEDIANE EN DIRECTION D'UN JOUET	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	7.
8.	D. DOR : SE RETOURNE EN DECUBITUS VENTRAL EN PASSANT PAR LE CÔTÉ D	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	8.
9.	D. DOR : SE RETOURNE EN DECUBITUS VENTRAL EN PASSANT PAR LE CÔTÉ G	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	9.
* 10.	D. VEN : LEVE LA TETE DROITE	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	10.
11.	D. VEN EN APPUI SUR LES AVANT-BRAS : LEVE LA TETE DROITE, COUDE EN EXTENSION, POITRINE DECOLÉE DU SOL	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	11.
12.	D. VEN EN APPUI SUR LES AVANT-BRAS : POIDS DU CORPS SUR L'AVANT-BRAS D TEND COMPLETEMENT LE MIS OPPOSÉ VERS L'AVANT	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	12.
13.	D. VEN EN APPUI SUR LES AVANT-BRAS : POIDS DU CORPS SUR L'AVANT-BRAS G TEND COMPLETEMENT LE MIS OPPOSÉ VERS L'AVANT	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	13.
14.	D. VEN : SE RETOURNE EN DECUBITUS DORSAL EN PASSANT PAR LE CÔTÉ D	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	14.
15.	D. VEN : SE RETOURNE EN DECUBITUS DORSAL EN PASSANT PAR LE CÔTÉ G	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	15.
16.	D. VEN : PIVOTE À D SUR 90° EN SE SERVANT DE SES EXTRÉMITÉS	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	16.
17.	D. VEN : PIVOTE À G SUR 90° EN SE SERVANT DE SES EXTRÉMITÉS	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	17.

TOTAL RUBRIQUE A

Item	B : POSITION ASSISE	COTATION			NT					
* 18.	D. DOR, LES MAINS TENUES PAR L'EXAMINATEUR : SE TIRE JUSQU'A LA POSITION ASSISE AVEC CONTROLE DE LA TETE .	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	18.
19.	D. DOR : SE TOURNE SUR LE CÔTÉ D ATTEINT LA POSITION ASSISE	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	19.
20.	D. DOR : SE TOURNE SUR LE CÔTÉ G ATTEINT LA POSITION ASSISE	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	20.
* 21.	ASSIS SUR TAPIS, SOUTENU AU NIVEAU DU THORAX PAR LE THERAPEUTE : LEVE LA TETE DROITE, MANTIENT LA POSITION 3 SECONDES	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	21.
* 22.	ASSIS SUR TAPIS, SOUTENU AU NIVEAU DU THORAX PAR LE THERAPEUTE : LEVE LA TETE EN LIGNE MEDIANE, MANTIENT LA POSITION 10 SECONDES	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	22.
* 23.	ASSIS SUR TAPIS, LE(S) MEMBRE(S) SUPERIEUR(S) EN APPUI : MANTIENT LA POSITION 5 SECONDES	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	23.
* 24.	ASSIS SUR TAPIS : MANTIENT LA POSITION SANS APPUI DES MEMBRES SUPERIEURS, 3 SECONDES	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	24.
* 25.	ASSIS SUR TAPIS, UN PETIT JOUET DEVANT LUI : SE PENDRE EN AVANT, TOUCHE LE JOUET, SE PEDRESSE SANS APPUIS DES M.S.	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	25.
* 26.	ASSIS SUR TAPIS : L'ENFANT TOUCHE UN JOUET PLACE À 45° DERRIERE SON CÔTÉ D, PLUS REVIENT AU POINT DE DEPART	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	26.
* 27.	ASSIS SUR TAPIS : L'ENFANT TOUCHE UN JOUET PLACE À 45° DERRIERE SON CÔTÉ G, PLUS REVIENT AU POINT DE DEPART	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	27.
28.	ASSIS LATERAL D : MANTIENT LA POSITION, SANS APPUI DES MEMBRES SUPERIEURS 5 SECONDES	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	28.
29.	ASSIS LATERAL G : MANTIENT LA POSITION, SANS APPUI DES MEMBRES SUPERIEURS 5 SECONDES	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	29.
* 30.	ASSIS SUR TAPIS : SE COUCHE EN DECUBITUS VENTRAL AVEC CONTROLE DU MOUVEMENT	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	30.
* 31.	ASSIS SUR TAPIS, PIEDS EN AVANT : ATTEINT LE 4 POINTS D'APPUI EN PASSANT PAR LA D	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	31.
* 32.	ASSIS SUR TAPIS, PIEDS EN AVANT : ATTEINT LE 4 POINTS D'APPUI EN PASSANT PAR LA G	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	32.
33.	ASSIS SUR TAPIS : PIVOTE SUR 90° SANS L'AIDE DES MEMBRES SUPERIEURS	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	33.
* 34.	ASSIS SUR UN BANC : MANTIENT LA POSITION, LES MEMBRES SUPERIEURS ET LES PIEDS LIBRES, 10 SECONDES	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	34.
* 35.	DEBOUT : ATTEINT LA POSITION ASSISE SUR UN PETIT BANC	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	35.
* 36.	AU SOL : ATTEINT LA POSITION ASSISE SUR UN PETIT BANC	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	36.
* 37.	AU SOL : ATTEINT LA POSITION ASSISE SUR UN GRAND BANC	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	37.

TOTAL RUBRIQUE B





Item	C : QUATRE PATTES ET À GENOUX	COTATION				NT	
38.	D. VEN : RAMPE EN AVANT SUR 3m 80	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	38.
* 39.	4 POINTS D'APPUI : MAINTIENT LE POIDS DU CORPS SUR LES MAINS ET LES GENOUX, 10 SECONDES	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	39.
* 40.	4 POINTS D'APPUI : ATTEINT LA POSITION ASSISE, SANS APPUI DES MEMBRES SUPERIEURS	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	40.
* 41.	D. VEN : ATTEINT LE 4 POINTS D'APPUI, LE POIDS DU CORPS SUR LES MAINS ET LES GENOUX	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	41.
* 42.	4 POINTS D'APPUI : TEND LE MEMBRE SUPERIEUR D EN AVANT, LA MAIN AU DESSUS DU NIVEAU DE L'ÉPAULE	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	42.
* 43.	4 POINTS D'APPUI : TEND LE MEMBRE SUPERIEUR GEN AVANT, LA MAIN AU DESSUS DU NIVEAU DE L'ÉPAULE	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	43.
* 44.	4 POINTS D'APPUI : AVANCE À 4 PATTES OU PAR ACCOURS SUR 3m 80	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	44.
* 45.	4 POINTS D'APPUI : AVANCE À 4 PATTES AVEC MOUVEMENTS ALTERNÉS SUR 3m 80	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	45.
* 46.	4 POINTS D'APPUI : MONTE 4 MARCHES SUR LES MAINS ET LES GENOUX/PIEDS	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	46.
47.	4 POINTS D'APPUI : DESCEND EN ARRIÈRE 4 MARCHES SUR LES MAINS ET LES GENOUX/PIEDS	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	47.
* 48.	ASSIS SUR LE TAPIS : SE MET À GENOUX EN SAIDANT DE S.M.S, PUIS MAINTIENT LA POSITION, SANS APPUI DES M.S., 10 SECONDES	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	48.
49.	A GENOUX : ATTEINT LE CHEVALIER SERVANT, GENOU GEN AVANT EN SAIDANT DES M.S, PUIS MAINTIENT LA POSITION SANS APPUI DES M.S., 10 SECONDES	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	49.
50.	A GENOUX : ATTEINT LE CHEVALIER SERVANT, GENOU D EN AVANT EN SAIDANT DES M.S, PUIS MAINTIENT LA POSITION SANS APPUI DES M.S., 10 SECONDES	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50.
* 51.	A GENOUX : AVANCE DE 10 PAS SUR LES GENOUX, SANS APPUI DES MEMBRES SUPERIEURS	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	51.

TOTAL RUBRIQUE C

Item	D : STATION DEBOUT	COTATION				NT	
* 52.	AU SOL : SE HISSE DEBOUT EN SE TENANT À UN GRAND BANC	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	52.
* 53.	DEBOUT : MAINTIENT LA POSITION, SANS APPUI DES MEMBRES SUPERIEURS, 3 SECONDES	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	53.
* 54.	DEBOUT : EN SE TENANT À UN GRAND BANC D'UNE MAIN, LEVE LE PIED D, 3 SECONDES	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	54.
* 55.	DEBOUT : EN SE TENANT À UN GRAND BANC D'UNE MAIN, LEVE LE PIED G, 3 SECONDES	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	55.
* 56.	DEBOUT : MAINTIENT LA POSITION, SANS APPUI DES MEMBRES SUPERIEURS, 20 SECONDES	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	56.
* 57.	DEBOUT : LEVE LE PIED G SANS APPUI DES MEMBRES SUPERIEURS, 10 SECONDES	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	57.
* 58.	DEBOUT : LEVE LE PIED D SANS APPUI DES MEMBRES SUPERIEURS, 10 SECONDES	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	58.
* 59.	ASSIS SUR UN PETIT BANC : ATTEINT LA STATION DEBOUT SANS SAIDER DES MEMBRES SUPERIEURS	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	59.
* 60.	A GENOUX : ATTEINT LA STATION DEBOUT EN PASSANT PAR LE CHEVALIER SERVANT, GENOU G EN AVANT, SANS SAIDER DES M.S.	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	60.
* 61.	A GENOUX : ATTEINT LA STATION DEBOUT EN PASSANT PAR LE CHEVALIER SERVANT, GENOU D EN AVANT, SANS SAIDER DES M.S.	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	61.
* 62.	DEBOUT : SE BASSE JUSQU'À LA POSITION ASSISE AU SOL AVEC CONTRÔLE DES MOUVEMENTS, SANS APPUI DES M.S.	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	62.
* 63.	DEBOUT : ATTEINT LA POSITION ACCOURÉE, SANS APPUI DES MEMBRES SUPERIEURS	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	63.
* 64.	DEBOUT : RAMASSE UN OBJET AU SOL, SANS APPUI DES MEMBRES SUPERIEURS, REVIENT EN STATION DEBOUT	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	64.

TOTAL RUBRIQUE D





EMFG

RESUME DE COTATION

RUBRIQUE	CALCUL DES COTATIONS EN % PAR RUBRIQUE	ZONE CIBLE <small>indiquer en cochant X</small>
A. Couché et retournement	$\frac{\text{Total rubrique A}}{51} = \frac{\quad}{51} \times 100 = \quad \%$	A. <input type="checkbox"/>
B. Position assise	$\frac{\text{Total rubrique B}}{60} = \frac{\quad}{60} \times 100 = \quad \%$	B. <input type="checkbox"/>
C. Quatre pattes et à genoux	$\frac{\text{Total rubrique C}}{42} = \frac{\quad}{42} \times 100 = \quad \%$	C. <input type="checkbox"/>
D. Station debout	$\frac{\text{Total rubrique D}}{39} = \frac{\quad}{39} \times 100 = \quad \%$	D. <input type="checkbox"/>
E. Marche, course et saut	$\frac{\text{Total rubrique E}}{72} = \frac{\quad}{72} \times 100 = \quad \%$	E. <input type="checkbox"/>



SCORE TOTAL = $\frac{\%A + \%B + \%C + \%D + \%E}{\text{Nombre total de rubriques}}$

= $\frac{\quad + \quad + \quad + \quad}{5} = \frac{\quad}{5} = \quad \%$



SCORE TOTAL CIBLE = $\frac{\text{Somme des cotations en \% pour chaque rubrique identifiée comme zone cible}}{\text{Nombre de zones cible}}$

= $\frac{\quad}{\quad} = \quad \%$

GMFM-66 Gross Motor Ability Estimator Score¹

Score EMFG-66 = _____ à _____
Intervalle de confiance 95 %

Score EMFG-66 précédent = _____ à _____
Intervalle de confiance 95 %

Evolution de l'EMFG-66 = _____

¹À partir du logiciel Gross Motor Ability Estimator (GMAE)





EXAMENS AVEC AIDES TECHNIQUES/ORTHESES

Indiquer ci-dessous en cochant (x) l'aide technique/orthèse utilisée et la (les) rubrique(s) où elle a commencé à être appliquée (il se peut qu'il y en ait plusieurs).

Aide technique	Rubrique	Orthèse	Rubrique
Rollator	<input type="checkbox"/> _____	Pelvi-pédieuse	<input type="checkbox"/> _____
Marchette	<input type="checkbox"/> _____	Cruro-pédieuse	<input type="checkbox"/> _____
Cannes automatiques	<input type="checkbox"/> _____	Sous condylienne	<input type="checkbox"/> _____
Cannes canadiennes	<input type="checkbox"/> _____	Pédieuse	<input type="checkbox"/> _____
Cannes quadripode	<input type="checkbox"/> _____	Chaussures	<input type="checkbox"/> _____
Canne simple	<input type="checkbox"/> _____	Aucune	<input type="checkbox"/> _____
Aucune	<input type="checkbox"/> _____	Autre	<input type="checkbox"/> _____
Autre	<input type="checkbox"/> _____ (préciser)		(préciser)

RESUME DE COTATION AVEC UTILISATION D'AIDES TECHNIQUES/ORTHESES

RUBRIQUE	CALCUL DES COTATIONS EN % PAR RUBRIQUE	ZONE CIBLE
		indiqué en cochant X
F. Couché et retournement	$\frac{\text{Total rubrique A}}{51} = \frac{\quad}{51} \times 100 = \quad \%$	A. <input type="checkbox"/>
G. Position assise	$\frac{\text{Total rubrique B}}{60} = \frac{\quad}{60} \times 100 = \quad \%$	B. <input type="checkbox"/>
H. Quatre pattes et à genoux	$\frac{\text{Total rubrique C}}{42} = \frac{\quad}{42} \times 100 = \quad \%$	C. <input type="checkbox"/>
I. Station debout	$\frac{\text{Total rubrique D}}{39} = \frac{\quad}{39} \times 100 = \quad \%$	D. <input type="checkbox"/>
J. Marche, course et saut	$\frac{\text{Total rubrique E}}{72} = \frac{\quad}{72} \times 100 = \quad \%$	E. <input type="checkbox"/>

SCORE TOTAL = $\frac{\%F + \%G + \%H + \%I + \%J}{\text{Nombre total de rubriques}}$

= $\frac{\quad + \quad + \quad + \quad}{5} = \frac{\quad}{5} = \quad \%$

SCORE TOTAL CIBLE = $\frac{\text{Somme des cotations en \% pour chaque rubrique identifiée comme zone cible}}{\text{Nombre de zones cible}}$

= $\frac{\quad}{\quad} = \quad \%$

GMFM-66 Gross Motor Ability Estimator Score¹

Score EMFG-66 = _____ à _____
Intervalle de confiance 95 %

Score EMFG-66 précédent = _____ à _____
Intervalle de confiance 95 %

Evolution de l'EMFG-66 = _____

¹ À partir du logiciel Gross Motor Ability Estimator (GMAE)



Annexe F : PRISMA

02Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	Pag. 1
ABSTRACT			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	Pag. 2-22
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	Pag. 22-23
METHODS			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	Pag. 24-25
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	Pag. 25
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	Pag. 26-27
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	Pag. 28
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	Pag. 29
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	Pag. 30-31
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	Pag. 28-29
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	Pag. 30
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	

02Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	
	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	Pag. 30
RESULTS			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.	Pag. 30-31
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	Pag. 30-31
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.	Pag. 32-36
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	Pag. 40-42
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	Pag. 40-45
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.	
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.	Pag. 43
DISCUSSION			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	Pag. 51-59
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	Pag. 59-60
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	Pag. 59-608

02Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	Pag. 61-63
OTHER INFORMATION			
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	Pag. 24
	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.	Pag. 65
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.	Pag. 65
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.	

Annexe G : Raisons de l'exclusion des articles

Auteur (date)	Titre	Raison de la non-inclusion
Junpei Fujimoto et al. (2021) (73)	Immediate effects of short period lower limb ergometer exercise in adolescent and young adult patients with cerebral palsy and spastic diplegia	Population incluant des adultes
Lucía González et al. (2020) (74)	Slackline Training in Children with Spastic Cerebral Palsy: A Randomized Clinical Trial	Pas les bons critères
P. Meyns et al. (2020) (75)	Ankle foot orthoses in cerebral palsy: Effects of ankle stiffness on trunk kinematics, gait stability and energy cost of walking	N'incluent pas les enfants avec un équin sup à 10°
JakobLorentzen et al. (2020) (76)	Gait training facilitates push-off and improves gait symmetry in children with cerebral palsy	Pas les bons critères
Song Joo Lee et al. (2019) (77)	Combined Ankle/Knee Stretching and Pivoting Stepping Training for Children With Cerebral Palsy	Pas les bons critères
Heewon Lee, et al. (2019) (78)	The Role of Regular Physical Therapy on Spasticity in Children With Cerebral Palsy	Pas les bons critères
Ragab K. Elnaggar et al. (2019) (79)	Effects of Radial Shockwave Therapy and Orthotics Applied with Physical Training on Motor Function of Children with Spastic Diplegia: A Randomized Trial	Pas les bons critères
Bhavini K. Surana et al. (2019) (80)	Effectiveness of Lower-Extremity Functional Training (LIFT) in Young Children With Unilateral Spastic Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial	Pas les bons critères
Matthias Hösl et al. (2018) (81)	Effects of backward-downhill treadmill training versus manual static plantarflexor stretching on muscle-joint pathology and function in children with spastic Cerebral Palsy	Pas les bons critères
Adam T. Booth et al. (2018) (82)	Immediate Effects of Immersive Biofeedback on Gait in Children With Cerebral Palsy	Pas les bons critères
Liang-Ching Tsai et al. (2016) (83)	Effects of an Off-Axis Pivoting Elliptical Training Program on Gait Function in Persons With Spastic Cerebral Palsy: A Preliminary Study	Pas de pieds équins dans les participants

Auteur (date)	Titre	Raison de la non-inclusion
Ola A. Dabbous et al. (2016) (84)	Laser acupuncture as an adjunctive therapy for spastic cerebral palsy in children	Pas d'informations sur la capacité de marche des participants
Ilkay Karabay et al. (2015) (85)	Short-Term Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation on Muscle Architecture of the Tibialis Anterior and Gastrocnemius in Children with Cerebral Palsy	Pas les bons critères
Derek John Curtis et al (2014) (86)	The effect of training in an interactive dynamic stander on ankle dorsiflexion and gross motor function in children with cerebral palsy	Inclusion toxine 2 mois avant l'intervention
Alexis B. Hansen et al. (2012) (87)	Myofascial Structural Integration: A Promising Complementary Therapy for Young Children With Spastic Cerebral Palsy	Inclus des EMFG IV
Therese E Johnston et al. (2011) (88)	Effects of a supported speed treadmill training exercise program on impairment and function for children with cerebral palsy	Exclus les équins <15°
C. Van den Broeck et al. (2010) (89)	The effect of individually defined physiotherapy in children with cerebral palsy (CP)	Exclus les pieds équins
Eileen G. Fowler et al. (2010) (90)	Pediatric Endurance and Limb Strengthening (PEDALS) for Children With Cerebral Palsy Using Stationary Cycling: A Randomized Controlled Trial	Phase I d'un essai contrôlé randomisé
Kristina Lo' Wing et al, (2010)	Activity focused and goal directed therapy for children with cerebral palsy--do goals make a difference?	Inclus des EMFG IV
Martin John Matthews et al. (2009) (91)	Effects of dynamic elastomeric fabric orthoses on children with cerebral palsy	Pas les bons critères
Anne E Mcnee et al. (2009) (92)	Increases in muscle volume after plantarflexor strength training in children with spastic cerebral palsy	Exclus les pieds équins

Annexe H : Evaluation du risque de biais des articles

Goswami et al. 2021 (51)

Risque de biais « ROB 2»

Biais	Jugement du lecteur	Justifications
Processus de randomisation	Risque faible	Randomisation en bloc par une personne extérieure via logiciel de randomisation La dissimulation de l'allocation a été réalisée à l'aide d'enveloppes opaques scellées. Les enveloppes ont été gardées sous la garde d'une personne non impliquée dans l'étude.
Ecart par rapport à l'intervention prévue	Quelques inquiétudes	Les participants et examinateurs été au courant de l'assignation des participants
Données de résultats manquantes	Risque faible	Les résultats sont disponibles pour l'ensemble des participants
Mesure du résultat	Risque faible	La méthode d'évaluation est appropriée et ne diffère pas entre les groupes. Aucune information sur l'aveuglement des évaluateurs.
Sélection du résultat rapporté	Risque faible	Un protocole a été réalisé en amont de l'étude.

Tekin et al. 2021 (52)

Risque de biais « ROB 2»

Biais	Jugement du lecteur	Justifications
-------	---------------------	----------------

Processus de randomisation	Quelques inquiétudes	Randomisation réalisée via un logiciel de randomisation. Aucune information sur la dissimulation de l'allocation. Aucune information de base utile n'est disponible
Ecart par rapport à l'intervention prévue	Quelques inquiétudes	Les participants et examinateurs été au courant de l'assignation des participants
Données de résultats manquantes	Risque faible	Les résultats sont disponibles pour l'ensemble des participants
Mesure du résultat	Risque faible	La méthode d'évaluation est appropriée et ne diffère pas entre les groupes. Les évaluateurs étaient au courant de l'assignation des participants.
Sélection du résultat rapporté	Quelques inquiétudes	Aucune information concernant un protocole.

JC Maas et al. 2014 (54)

Risque de biais « ROB 2»

Biais	Jugement du lecteur	Justifications
Processus de randomisation	Risque faible	Randomisation via logiciel. La dissimulation de l'allocation a été réalisée à l'aide d'enveloppes opaques scellées. Les enveloppes ont été gardées sous la garde d'une personne non impliquée dans l'étude.

Ecart par rapport à l'intervention prévue	Quelques inquiétudes	Les participants et examinateurs été au courant de l'assignation des participants.
Données de résultats manquantes	Risque faible	Les résultats ne sont pas disponibles pour l'ensemble des participants. Des méthodes d'analyse qui corrigeant le biais permet que le résultat ne soit pas biaisé par des données manquantes
Mesure du résultat	Risque faible	La méthode d'évaluation est appropriée et ne diffère pas entre les groupes. Les évaluateurs n'étaient pas au courant de l'assignation des participants.
Sélection du résultat rapporté	Quelques inquiétudes	Un protocole a été réalisé en amont de l'étude. Des modifications y ont été apportées.

Scholtes et al. 2010 (56)

Risque de biais « ROB 2»

Biais	Jugement du lecteur	Justifications
Processus de randomisation	Quelques inquiétudes	La randomisation des participants a été réalisée sans logiciel (par un médecin). La dissimulation de l'allocation a été réalisée à l'aide d'enveloppes opaques scellées. Aucune information de base utile n'est disponible
Ecart par rapport à l'intervention prévue	Risque faible	Les participants et examinateurs été au courant de l'assignation des participants.

		Aucune déviation par rapport à l'intervention prévue survenues en raison du contexte de l'essai.
Données de résultats manquantes	Risque faible	Les résultats sont disponibles pour l'ensemble des participants
Mesure du résultat	Risque faible	La méthode d'évaluation est appropriée et ne diffère pas entre les groupes. Les évaluateurs n'étaient pas au courant de l'assignation des participants.
Sélection du résultat rapporté	Risque faible	Un protocole a été réalisé en amont de l'étude. Ce dernier a été respecté.

Cheng et al. 2014

Risque de biais « ROB 2 » pour étude en crossover

Biais	Jugement du lecteur	Justifications
Processus de randomisation	Risque élevé	La randomisation des participants a été réalisée sans logiciel (par un médecin). La dissimulation de l'allocation n'a pas été réalisée. Aucune information de base utile n'est disponible
Biais dû à la période et à l'effet de report	Quelques inquiétudes	Aucune information sur l'allocation des participants. Temps suffisant entre les deux interventions pour faire disparaître les effets de l'intervention précédente.

Ecart par rapport à l'intervention prévue	Risque élevé	Les participants et examinateurs été au courant de l'assignation des participants. Aucune information sur une déviation par rapport à l'intervention prévue survenues en raison du contexte de l'essai. Aucune information sur une analyse évaluant l'effet de l'assignation des participations.
Données de résultats manquantes	Risque faible	Les résultats sont disponibles pour l'ensemble des participants
Mesure du résultat	Quelques inquiétudes	La méthode d'évaluation est appropriée et ne diffère pas entre les groupes. Les évaluateurs étaient au courant de l'assignation des participants.
Sélection du résultat rapporté	Quelques inquiétudes	Aucune information concernant un protocole.

Bjornson et al. 2006

Risque de biais « ROB 2 » pour étude en crossover

Biais	Jugement du lecteur	Justifications
Processus de randomisation	Quelques inquiétudes	La randomisation des participants a été réalisée par logiciel. Aucune information sur la dissimulation de l'allocation.
Biais dû à la période et à l'effet de report	Risque faible	L'allocation des participants est égale dans les deux séquences. Temps suffisant entre les deux interventions pour faire disparaître les effets de l'intervention précédente.

Ecart par rapport à l'intervention prévue	Quelques inquiétudes	Les participants et examinateurs été au courant de l'assignation des participants. Aucune information sur une déviation par rapport à l'intervention prévue survenues en raison du contexte de l'essai. Aucune information sur une analyse évaluant l'effet de l'assignation des participations.
Données de résultats manquantes	Risque faible	Les résultats sont disponibles pour l'ensemble des participants
Mesure du résultat	Risque faible	La méthode d'évaluation est appropriée et ne diffère pas entre les groupes. Les évaluateurs étaient au courant de l'assignation des participants.
Sélection du résultat rapporté	Quelques inquiétudes	Aucune information concernant un protocole.

Yi-Ning Wu 2011

Risque de Biais « MINORS »

Biais	Jugement du lecteur	Justification
But clairement formulé	Adapté	L'objectif est clairement formulé.
Inclusion de patients consécutifs	Adapté	Les patients ont été inclus consécutivement.
Recueil prospectif des données	Adapté	Les données ont été recueillies prospectivement.
Critères de jugement adaptés au but de l'étude	Adapté	Les critères de jugements sont adaptés à l'étude.

Evaluation non biaisée des critères de jugement	Non rapporté	Aucune information
Période de suivi adapté au but de l'étude	Adapté	La période permet d'évaluer correctement le traitement.
Taux de perdus de vue	Adapté	Aucun perdus de vus.
Calcul prospectif de l'effectif de l'étude	Non rapporté	Aucune information sur le calcul prospectif.

Annexe I. Risque de biais de notre revue

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

<p>1. Did the research questions and inclusion criteria for the review include the components of PICO?</p>		
<p>For Yes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Population <input checked="" type="checkbox"/> Intervention <input checked="" type="checkbox"/> Comparator group <input checked="" type="checkbox"/> Outcome 	<p>Optional (recommended)</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Timeframe for follow-up 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
<p>2. Did the report of the review contain an explicit statement that the review methods were established prior to the conduct of the review and did the report justify any significant deviations from the protocol?</p>		
<p>For Partial Yes: The authors state that they had a written protocol or guide that included ALL the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> review question(s) <input checked="" type="checkbox"/> a search strategy <input checked="" type="checkbox"/> inclusion/exclusion criteria <input checked="" type="checkbox"/> a risk of bias assessment 	<p>For Yes: As for partial yes, plus the protocol should be registered and should also have specified:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> a meta-analysis/synthesis plan, if appropriate, <i>and</i> <input type="checkbox"/> a plan for investigating causes of heterogeneity <input type="checkbox"/> justification for any deviations from the protocol 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> Partial Yes <input type="checkbox"/> No
<p>3. Did the review authors explain their selection of the study designs for inclusion in the review?</p>		
<p>For Yes, the review should satisfy ONE of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <i>Explanation for</i> including only RCTs <input type="checkbox"/> <i>OR Explanation for</i> including only NRSI <input checked="" type="checkbox"/> <i>OR Explanation for</i> including both RCTs and NRSI 		<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
<p>4. Did the review authors use a comprehensive literature search strategy?</p>		
<p>For Partial Yes (all the following):</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> searched at least 2 databases (relevant to research question) <input checked="" type="checkbox"/> provided key word and/or search strategy <input checked="" type="checkbox"/> justified publication restrictions (e.g. language) 	<p>For Yes, should also have (all the following):</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> searched the reference lists / bibliographies of included studies <input type="checkbox"/> searched trial/study registries <input type="checkbox"/> included/consulted content experts in the field <input type="checkbox"/> where relevant, searched for grey literature <input type="checkbox"/> conducted search within 24 months of completion of the review 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> Partial Yes <input type="checkbox"/> No
<p>5. Did the review authors perform study selection in duplicate?</p>		
<p>For Yes, either ONE of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> at least two reviewers independently agreed on selection of eligible studies and achieved consensus on which studies to include <input type="checkbox"/> <i>OR</i> two reviewers selected a sample of eligible studies <u>and</u> achieved good agreement (at least 80 percent), with the remainder selected by one reviewer. 		<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

<p>6. Did the review authors perform data extraction in duplicate?</p> <p>For Yes, either ONE of the following:</p> <p><input type="checkbox"/> at least two reviewers achieved consensus on which data to extract from included studies <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> OR two reviewers extracted data from a sample of eligible studies <u>and</u> achieved good agreement (at least 80 percent), with the remainder extracted by one reviewer.</p>		
<p>7. Did the review authors provide a list of excluded studies and justify the exclusions?</p> <p>For Partial Yes: For Yes, must also have:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> provided a list of all potentially relevant studies that were read in full-text form but excluded from the review <input checked="" type="checkbox"/> Justified the exclusion from the review of each potentially relevant study <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Partial Yes <input type="checkbox"/> No</p>		
<p>8. Did the review authors describe the included studies in adequate detail?</p> <p>For Partial Yes (ALL the following): For Yes, should also have ALL the following:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> described populations <input checked="" type="checkbox"/> described population in detail <input type="checkbox"/> Yes</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> described interventions <input type="checkbox"/> described intervention in detail (including doses where relevant) <input checked="" type="checkbox"/> Partial Yes</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> described comparators <input type="checkbox"/> described comparator in detail (including doses where relevant) <input type="checkbox"/> No</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> described outcomes <input type="checkbox"/> described study's setting</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> described research designs <input type="checkbox"/> timeframe for follow-up</p>		
<p>9. Did the review authors use a satisfactory technique for assessing the risk of bias (RoB) in individual studies that were included in the review?</p>		
<p>RCTs</p> <p>For Partial Yes, must have assessed RoB from For Yes, must also have assessed RoB from:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> unconcealed allocation, <i>and</i> <input checked="" type="checkbox"/> allocation sequence that was not truly random, <i>and</i> <input checked="" type="checkbox"/> Yes</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> lack of blinding of patients and assessors when assessing outcomes (unnecessary for objective outcomes such as all-cause mortality) <input checked="" type="checkbox"/> selection of the reported result from among multiple measurements or analyses of a specified outcome <input type="checkbox"/> Partial Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Includes only NRSI</p>		
<p>NRSI</p> <p>For Partial Yes, must have assessed RoB: For Yes, must also have assessed RoB:</p> <p><input type="checkbox"/> from confounding, <i>and</i> <input type="checkbox"/> methods used to ascertain exposures and outcomes, <i>and</i> <input type="checkbox"/> Yes</p> <p><input type="checkbox"/> from selection bias <input type="checkbox"/> selection of the reported result from among multiple measurements or analyses of a specified outcome <input type="checkbox"/> Partial Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Includes only RCTs</p>		
<p>10. Did the review authors report on the sources of funding for the studies included in the review?</p> <p>For Yes</p> <p><input type="checkbox"/> Must have reported on the sources of funding for individual studies included in the review. Note: Reporting that the reviewers looked for this information but it was not reported by study authors also qualifies <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No</p>		

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

<p>11. If meta-analysis was performed did the review authors use appropriate methods for statistical combination of results?</p>	
<p>RCTs</p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> The authors justified combining the data in a meta-analysis</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p>
<p><input type="checkbox"/> AND they used an appropriate weighted technique to combine study results and adjusted for heterogeneity if present.</p>	<p><input type="checkbox"/> No</p>
<p><input type="checkbox"/> AND investigated the causes of any heterogeneity</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</p>
<p>For NRSI</p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> The authors justified combining the data in a meta-analysis</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p>
<p><input type="checkbox"/> AND they used an appropriate weighted technique to combine study results, adjusting for heterogeneity if present</p>	<p><input type="checkbox"/> No</p>
<p><input type="checkbox"/> AND they statistically combined effect estimates from NRSI that were adjusted for confounding, rather than combining raw data, or justified combining raw data when adjusted effect estimates were not available</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</p>
<p><input type="checkbox"/> AND they reported separate summary estimates for RCTs and NRSI separately when both were included in the review</p>	
<p>12. If meta-analysis was performed, did the review authors assess the potential impact of RoB in individual studies on the results of the meta-analysis or other evidence synthesis?</p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> included only low risk of bias RCTs</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p>
<p><input type="checkbox"/> OR, if the pooled estimate was based on RCTs and/or NRSI at variable RoB, the authors performed analyses to investigate possible impact of RoB on summary estimates of effect.</p>	<p><input type="checkbox"/> No</p>
	<p><input checked="" type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</p>
<p>13. Did the review authors account for RoB in individual studies when interpreting/ discussing the results of the review?</p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> included only low risk of bias RCTs</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Yes</p>
<p><input checked="" type="checkbox"/> OR, if RCTs with moderate or high RoB, or NRSI were included the review provided a discussion of the likely impact of RoB on the results</p>	<p><input type="checkbox"/> No</p>
<p>14. Did the review authors provide a satisfactory explanation for, and discussion of, any heterogeneity observed in the results of the review?</p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> There was no significant heterogeneity in the results</p>	
<p><input checked="" type="checkbox"/> OR if heterogeneity was present the authors performed an investigation of sources of any heterogeneity in the results and discussed the impact of this on the results of the review</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Yes</p>
	<p><input type="checkbox"/> No</p>
<p>15. If they performed quantitative synthesis did the review authors carry out an adequate investigation of publication bias (small study bias) and discuss its likely impact on the results of the review?</p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> performed graphical or statistical tests for publication bias and discussed the likelihood and magnitude of impact of publication bias</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p>
	<p><input type="checkbox"/> No</p>
	<p><input checked="" type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</p>

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

16. Did the review authors report any potential sources of conflict of interest, including any funding they received for conducting the review?	
For Yes:	
<input checked="" type="checkbox"/> The authors reported no competing interests OR	<input checked="" type="checkbox"/> Yes
<input type="checkbox"/> The authors described their funding sources and how they managed potential conflicts of interest	<input type="checkbox"/> No

To cite this tool: Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, Moher D, Tugwell P, Welch V, Kristjansson E, Henry DA. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ*. 2017 Sep 21;358:j4008.

Mémoire d'initiation à la recherche

IFMK du CHU de Rouen-Normandie

Cerebral palsy and equinus : What is the effects of conservative treatments on walking endurance ? A systematic review

Background: Cerebral palsy is the most common cause of physical disability in children, with 80% of these children struggling with spasticity. This spasticity can lead to secondary disorders such as equinus. Equinus is very common in this population and leads to limitations in walking with impaired walking tolerance and increased energy costs. Currently, conservative treatment is recommended as first-line treatment in the management of this pathology.

Aim: The main purpose was to examine the effects of conservative treatments on walking endurance in the treatment of equinus in children and adolescents with cerebral palsy. The secondary aim was to investigate the effects of this treatment on gross motor function.

Research strategy: A systematic review was conducted following the 2020 PRISMA guidelines. Four databases (PubMed, ScienceDirect, Cochrane and PEDro) were searched from inception to December 19, 2021. All studies assessing the effect of conservative treatment on walking endurance or gross motor function in children and adolescents with cerebral palsy and equinus (from 10 months to 18 years old) were included. Only one reviewer analyzed the included study, extracted data, and assessed the risk of bias. Methodological quality was performed using the Risk of Bias 2 tool and the methodological index for non-randomized studies

Outcomes: The initial research returned 866 studies. Seven articles met the inclusion criteria, including 205 participants.

Discussion: The use of Whole Body Vibration and active mobilisations coupled with passive stretching on children with cerebral palsy appears to significantly improve walking endurance as measured by the 6-minute walk test. Whole Body Vibration and Dynamic Ankle Foot splinting appear to improve function in this population as measured by the Global Motor Functional Assessment scale - 66 or 88.

Keywords : adolescents, cerebral palsy, children, conservative treatments, equine

Mémoire d'initiation à la recherche

IFMK du CHU de Rouen-Normandie

Paralysie cérébrale et pied équin : Quels sont les effets des traitements conservateurs sur l'endurance à la marche ? Une revue systématique

NOM : LABOIS

Prénom : Marion

Étudiant(e) en Masso-Kinésithérapie, promotion : 2018-2022

Travail réalisé sous la direction de : MARTINEZ MAESTRE Teresa

Objectif : L'objectif principal de cette revue est d'évaluer les effets des traitements conservateurs sur l'endurance à la marche dans la prise en soin des pieds équins chez les enfants et adolescents atteints de paralysie cérébrale.

Méthode : Cette revue systématique, suivant les recommandations PRISMA 2020, inclut seulement des articles répondant à notre question Population, Exposition, Critère de jugement. Les bases de données PubMed, ScienceDirect, Cochrane et PEDro ont été interrogées, jusqu'au 19 décembre 2021. La qualité méthodologique des études a été évaluée avec l'outil Rob2 et MINORS.

Résultats : Sur 866 références identifiées, 7 études ont été incluses, représentant 205 individus au total.

Discussion : L'utilisation de *Whole Body Vibration* et mobilisations actives couplées à des étirements passifs sur des enfants atteints de paralysie cérébrale améliore significativement l'endurance à la marche mesurée avec le test de marche de 6 minutes. Les séances de *Whole Body Vibration* et le port d'attelle *Dynamic Ankle Foot* semblent améliorer la fonction motrice dans cette population mesurée avec l'échelle d'Évaluation Motrice Fonctionnelle Globale- 66 ou 88.

Mots clés : adolescents, enfants, équin, paralysie cérébrale, traitements conservateurs

Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie du CHU de Rouen-Normandie

14, rue du Professeur Stewart - 76042 Rouen Cedex - 02 32 88 00 71 ou 02 32 88 56 18

IFMK@chu-rouen.fr