



HAL
open science

Intérêt de la kinésithérapie à la suite des injections de toxine botulique de type A chez les enfants atteints de paralysie cérébrale

Fanny Khezami

► **To cite this version:**

Fanny Khezami. Intérêt de la kinésithérapie à la suite des injections de toxine botulique de type A chez les enfants atteints de paralysie cérébrale. Médecine humaine et pathologie. 2021. dumas-03356942

HAL Id: dumas-03356942

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03356942v1>

Submitted on 28 Sep 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ
ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION
FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE**

**INTÉRÊT DE LA KINÉSITHÉRAPIE À LA SUITE DES
INJECTIONS DE TOXINE BOTULIQUE DE TYPE A CHEZ LES
ENFANTS ATTEINTS DE PARALYSIE CÉRÉBRALE**

KHEZAMI Fanny

Directeur de mémoire : M. MAFFEI

REMERCIEMENTS

Je souhaite tout d'abord remercier **Monsieur Maffei**, mon directeur de mémoire, qui a su m'aider et m'aiguiller tout au long de cette année dans la rédaction de ce mémoire. Je le remercie pour son implication et sa présence.

Ensuite, je souhaite remercier **ma famille**, notamment mes parents, ma sœur et également mon compagnon, qui m'ont soutenue sans relâche durant ces 5 années d'étude et qui n'ont jamais cessé de croire en moi.

Également **mes amies**, notamment Laura, Juliette, Séléna et une deuxième Laura que j'ai rencontré en PACES et en arrivant en première année de kinésithérapie, sans qui cette aventure étudiante n'aurait pas été la même.

Enfin, j'aimerais remercier l'équipe de kinésithérapeutes de **l'hôpital Nord** qui m'a accueilli et m'a formé durant mes 3 années d'apprentissage. Leur pédagogie et leur attention m'ont permis d'acquérir une formation des plus complète.

Table des matières

1	Introduction	1
1.1	La paralysie cérébrale	1
1.1.1	Prévalence et définition.....	1
1.1.2	Physiopathologie	2
1.1.3	Formes cliniques	2
1.1.4	Diagnostic	3
1.1.5	Facteurs de risques	4
1.1.6	Pronostic.....	4
1.1.7	Traitement	5
1.1.8	Évaluation	8
1.2	La spasticité	9
1.2.1	Définition et physiopathologie	9
1.2.2	Description du réflexe myotatique	10
1.2.3	Symptômes associés	11
1.2.4	Évaluation	12
1.2.5	Traitement	12
1.3	La toxine botulique	13
1.3.1	Généralités.....	13
1.3.2	Mécanisme d'action	14
1.3.3	Utilisation thérapeutique.....	14
1.3.4	Forme du médicament	15
1.3.5	Posologie.....	15
1.3.6	Effets secondaires.....	15
1.3.7	Contre-indications	16
1.3.8	La toxine botulique de type A dans la paralysie cérébrale	16
1.4	Pourquoi est-ce important de faire cette revue ?	16
1.4.1	Importance pour la profession	16
1.4.2	Importance pour les patients	17
1.4.3	Importance pour les aidants	17
1.5	Les objectifs de la revue : Modèle PICO.....	17
2	Méthode	18
2.1	Critères d'éligibilité des études pour la revue	18
2.1.1	Schémas d'études	18
2.1.2	Patient, pathologie étudiée	18
2.1.3	Intervention	18
2.1.4	Comparateur.....	18
2.1.5	Critères de jugement (Outcome)	18
2.2	Méthodologie de recherche des études	19
2.2.1	Sources documentaires investiguées.....	19
2.2.2	Équation de recherche.....	19
2.3	Méthode d'extraction et d'analyse des données	20
2.3.1	Méthode de sélection des études	20
2.3.2	Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées	20
2.3.3	Extraction des données	21
2.3.4	Méthode de synthèse des résultats.....	22
3	Résultats	23
3.1	Description des études.....	23
3.1.1	Diagramme de flux.....	23

3.1.2	Études exclues	23
3.1.3	Études incluses	24
3.2	Risque de biais des études incluses	26
3.2.1	Grille d'analyse utilisée	26
3.2.2	Synthèse des biais retrouvés	27
3.3	Effets de l'intervention sur les critères de jugements	28
3.3.1	Critère de jugement principal	29
3.3.2	Critère de jugement secondaire	32
4	<i>Discussion</i>	36
4.1	Analyse des principaux résultats	36
4.1.1	Analyse des populations	36
4.1.2	Analyse des interventions.....	36
4.1.3	Analyse des comparateurs.....	38
4.1.4	Analyse des critères de jugement.....	39
4.2	Applicabilité des résultats en pratique clinique	43
4.2.1	Balance bénéfiques / effets indésirables	44
4.2.2	Coût pour le patient.....	45
4.2.3	Coût pour le thérapeute	46
4.3	Qualité des preuves	46
4.4	Biais potentiels de la revue	47
5	<i>Conclusion</i>.....	49
5.1	Implication pour la pratique clinique	49
5.2	Implication pour la recherche	49
	<i>Bibliographie</i>	51

1 Introduction

La paralysie cérébrale est un terme récent dans le domaine de la neurologie et de la médecine physique et de réadaptation. La variabilité des causes et des atteintes qui en découlent font de cette pathologie une maladie difficile à diagnostiquer et ainsi rend la prise en charge en kinésithérapie plus tardive et également très variable.

De plus l'arrivée de la toxine botulique a révolutionné la prise en charge de la paralysie cérébrale notamment dans le traitement de la spasticité et ainsi la récupération ou l'apprentissage de la fonction de marche.

C'est pourquoi nous nous intéressons aujourd'hui à ce sujet : l'intérêt de la prise en charge kinésithérapique sur la spasticité et la fonction motrice globale à la suite des injections de toxine botulique de type A chez les enfants atteints de paralysie cérébrale.

1.1 La paralysie cérébrale

1.1.1 Prévalence et définition

La paralysie cérébrale est la cause la plus commune de handicap physique chez l'enfant au monde avec une prévalence d'environ 2 à 2,5 pour 1000 naissances.[1]

Ce terme est défini par « un ensemble de troubles du mouvement et/ou de la posture et de la fonction motrice, permanents, non progressifs, mais pouvant avoir une expression clinique changeant avec le temps, dus à un désordre, une lésion ou une anomalie survenue sur un cerveau en développement ou immature, c'est-à-dire avant 2 ans. Les troubles moteurs de la paralysie cérébrale sont accompagnés ou non de troubles sensoriels, perceptifs, cognitifs, de la communication et du comportement, d'une épilepsie et de problèmes musculo-squelettiques secondaires ».[2]

La paralysie cérébrale est une maladie incurable et du fait de la variété des troubles qu'elle engendre, impacte fortement la qualité de vie des individus.

La nomenclature de la paralysie cérébrale est fonction du déficit mental associé. En effet, lorsque le quotient intellectuel verbal est supérieur à 80, le patient a une intelligence normale malgré des possibles troubles de l'apprentissage et/ou praxiques ; on parle dans ce cas d'infirmité motrice cérébrale (IMC).

Lorsque le quotient intellectuel verbal est compris entre 40 et 80 l'enfant n'a pas accès à l'abstraction¹ on parle alors d'infirmité motrice d'origine cérébrale (IMOC).

Enfin lorsque le quotient intellectuel verbal est inférieur à 40 le patient aura une restriction majeure de l'autonomie et on parlera ici de polyhandicap. [2]

¹ Fait de considérer à part une qualité, une relation, indépendamment des objets qu'on perçoit ou qu'on imagine. <https://dictionnaire.lerobert.com/definition/abstraction>

1.1.2 Physiopathologie

Les atteintes cérébrales vont être différentes en fonction de la période où elles se produisent.

En effet, si un trouble se produit au cours des 20 premières semaines de gestation on retrouvera un mauvais développement du cerveau du fait d'une migration des cellules incomplète (c'est-à-dire n'atteignant pas leur destination finale). Les atteintes cérébrales précoces sont généralement les plus sévères où l'on retrouve le plus souvent une atteinte du corps entier avec une combinaison de spasticité, de dystonies et de comorbidités importantes comme l'épilepsie, la dysphagie² ainsi qu'une déficience dans la communication et la cognition.

Si un incident se produit entre la 24^{ème} et la 32^{ème} semaine de gestation cela aura un impact plus important sur la substance blanche périventriculaire qui est une zone extrêmement sensible à l'hypoxie, aux infections et à l'hypotension. En effet, un afflux sanguin diminué cause généralement une atteinte des membres inférieurs de par la proximité anatomique entre les fibres concernant les membres inférieurs de l'Homunculus et cette zone périventriculaire. C'est pourquoi suite à ces atteintes nous retrouvons principalement des enfants diplégiques spastiques.[3]

L'échographie transfontanellaire permet de repérer la plupart de ces lésions dès les premières semaines sous forme d'hyperéchogénités prolongées dont certaines seront suivies de cavités de leucomalacie kystique³ de grades différents.[4]

Vient ensuite les accidents pouvant survenir lors de la naissance de l'enfant ou au cours de la 1^{ère} année de vie. Le cerveau étant plus robuste du point de vue structurel et vasculaire les atteintes sont donc d'une sévérité variable en fonction de la durée et de la gravité de celles-ci. Généralement la paralysie cérébrale sera bilatérale et dyskinétique au niveau moteur mais les autres structures corticales et la cognition seront conservées. Cependant, si l'enfant subit une hypoxie prolongée on pourra retrouver une spasticité et une dystonie musculaire ainsi que des facteurs de comorbidités associés.

La paralysie cérébrale peut être également provoquée par un accident vasculaire cérébral en période périnatale. Malheureusement un thrombus peut se former pendant la grossesse et passer dans la circulation fœtale causant ainsi une atteinte de l'artère cérébrale moyenne. Ces enfants présentent alors un hémicorps spastique et dystonique avec le membre supérieur généralement plus affecté que le membre inférieur.[3]

1.1.3 Formes cliniques

Il existe plusieurs formes cliniques de la paralysie cérébrale en fonction de l'atteinte du tonus musculaire.

² Trouble du transit pharyngo-oesophagien des aliments.[11]

³ Trouble caractérisé par un flot sanguin réduit vers les tissus cérébraux ce qui les fait ramollir et éventuellement mourir, laissant des cavités kystiques remplies de liquides.[11]

Dans 70 à 80% des cas on retrouve une paralysie cérébrale de type spastique avec une affection des membres présentant une augmentation des réflexes tendineux, des trémulations⁴, une hypertonie musculaire, une faiblesse musculaire ainsi qu'une démarche caractéristique « en ciseau » avec une marche sur les orteils.

La paralysie cérébrale de type athétoïde ou dyskinétique touche 10 à 20% des patients. On y retrouve des mouvements anormalement lents de contraction des mains, des pieds, des bras ou des jambes qui sont exacerbés pendant les périodes de stress et complètement absents pendant les phases de sommeil.

La forme la plus rare atteignant 5 à 10% des patients est la forme ataxique affectant principalement l'équilibre et la coordination. Ces patients marchent avec une démarche large et ont des tremblements d'intention qui compliquent l'exécution d'activités quotidiennes nécessitant une motricité fine.[5]

1.1.4 Diagnostic

Établir le diagnostic de paralysie cérébrale n'est pas aisé. En effet, les neurologues nécessitent d'une moyenne de 2 ans pour affirmer ce diagnostic puisque les signes cliniques de la pathologie deviennent concordants et cohérents.

Pour ce faire, la nécessité d'une imagerie cérébrale (tomodensitométrie, imagerie par résonance magnétique, échographie[5]) semble primordiale puisqu'environ 90% des patients atteints de paralysie cérébrale présentent une imagerie anormale. Cependant cela peut correspondre à d'autres pathologies d'origine neurologique.

Il est également possible de réaliser des tests neuro-métaboliques en laboratoire mais qui ont une faible valeur diagnostique.

Le diagnostic reste cependant principalement clinique par l'observation des mouvements et des troubles qui y sont associés, souvent plus visibles au cours de la 2^{ème} année de vie.[3]

En effet, l'observation d'un développement moteur lent, d'un tonus musculaire anormal ainsi qu'une posture inhabituelle sont en général les indices initiaux pouvant indiquer une paralysie cérébrale. De plus la persistance des réflexes infantiles doit également être noté puisque le réflexe de Moro⁵, par exemple, ne doit plus être présent au-delà de 6 mois de vie. En outre, l'apparition d'une préférence manuelle avant l'âge de 12 mois doit être signalée puisque cela pourrait indiquer la présence d'une hémiplégie.

La surveillance de symptômes associés tels que les troubles de l'audition ou de la vision, les crises d'épilepsie, les problèmes de perception liés au toucher ou à la douleur ainsi que la dysfonction cognitive peuvent aider au diagnostic de paralysie cérébrale.[5]

⁴ Tremblements à secousses rapides. <https://dictionnaire.lerobert.com/definition/tremulation>

⁵ Série de mouvements rapides à la suite d'un stimulus soudain. Il consiste en un mouvement symétrique des bras vers le haut avec ouverture des mains puis retour progressif des bras vers le corps. [44]

1.1.5 Facteurs de risques

Cette pathologie se développe donc préférentiellement durant 3 périodes : la période anténatale, la période périnatale et la période post natale (moins fréquemment après la 1^{ère} année de vie) où l'on retrouve des facteurs de risques différents. [1]

Il est important de noter que la présence d'un ou plusieurs facteurs de risque n'entraîne pas nécessairement le développement d'une paralysie cérébrale mais qu'il en augmente plus ou moins fortement la probabilité. Tout comme à l'inverse, l'absence de ces facteurs de risque n'exclut pas totalement la possibilité d'un développement de la paralysie cérébrale.

Nous pouvons citer une liste non exhaustive des facteurs de risque au cours de chaque période :

- Au niveau anténatal : Infections, grossesse multiple, retard de croissance intra-utérine, évènements hémorragiques
- Au niveau périnatal : Évènements ischémiques ou hypoxiques à terme ou post terme, encéphalopathie néonatale, score d'Apgar bas à 10 minutes, sepsis néonatal
- Au niveau post natal : très grande prématurité, grande prématurité, prématurité, infections (méningite, encéphalite), troubles de la coagulation ou hyper-coagulation de la mère, blessures traumatiques ou non. [1]

Bien sûr des mesures préventives ont été mises en place afin de diminuer l'incidence de cette pathologie par la surveillance des grossesses, le dosage de la bilirubine à la naissance, le dépistage et le traitement des accidents d'immunisation fœto-maternelles, les vaccinations (Rougeole, Oreillons, Rubéole) et le traitement des infections maternelles.

1.1.6 Pronostic

Le pronostic des enfants atteints de paralysie cérébrale varie fortement en fonction de la sévérité de celle-ci. En effet les troubles associés au vieillissement tel que les pathologies cardiovasculaires, la perte de la marche, les déformations orthopédiques évolutives constituent des facteurs de risques de décès.

De plus les atteintes liées à la maladie comme la déficience intellectuelle, la cyphoscoliose, les dystonies, les rétractions musculaires, les troubles de l'alimentation et de la déglutition peuvent entraîner des troubles respiratoires en favorisant les surinfections.

En outre, le dépistage des pathologies cardiovasculaires ou des cancers est fortement diminué par rapport à la population normale, notamment lié à la difficulté de réaliser des imageries au fur et à mesure de l'évolution de la paralysie cérébrale. Par conséquent cela entraîne une détection tardive de ces affections et ainsi une mortalité plus élevée due à celles-ci.[2]

Toutefois, l'espérance de vie des enfants atteints de paralysie cérébrale s'est vue augmentée au cours des années. En effet, de nos jours, 95% des enfants diplégiques et 75% des enfants quadriplégiques dépassent 30 ans. [2]

1.1.7 Traitement

Concernant la prise en charge de la paralysie cérébrale celle-ci est une approche double. En effet, le but premier est d'optimiser le mouvement et la posture pour une activité et une participation optimale en minimisant les déformations musculo-squelettiques secondaires. Le second objectif est de reconnaître et d'intervenir sur les différentes comorbidités développementales et cliniques associées à la paralysie cérébrale.[1]

Malheureusement il n'y a pas de remède à la paralysie cérébrale. Les traitements mis en place le sont pour diminuer les symptômes présents chez chaque enfant et ainsi améliorer leur qualité de vie. Ils doivent donc être adaptés à chaque enfant et à la sévérité de la paralysie cérébrale.

Les traitements peuvent aller de la kinésithérapie, à la médication jusqu'à la chirurgie et la mise en place d'orthèses.

1.1.7.1 Traitement kinésithérapique

Les objectifs du traitement kinésithérapique sont, d'une manière générale, de favoriser les acquisitions motrices et l'autonomie de l'enfant, d'améliorer les performances fonctionnelles, de prévenir l'apparition des rétractions musculaires et des troubles ostéo-articulaires secondaires, d'encadrer l'utilisation des appareillages de posture et de fonction ainsi que d'accompagner l'enfant et sa famille dans leur projet de vie.[6]

Nous retrouvons essentiellement une prise en charge globale, fonctionnelle et non pas analytique. En effet, les recommandations démontrent une meilleure amélioration chez les enfants participant à des activités de kinésithérapie fonctionnelle comparativement à ceux favorisant la normalisation des mouvements.[5]

Ces activités passent avant tout par une rééducation active dans le but de rester le plus fonctionnel possible en se basant sur trois grands principes de la rééducation neuro-motrice : l'intensité, la répétition, et les activités fonctionnelles orientées vers une tâche.[6]

Bien souvent en début de séance on pourra utiliser des manœuvres de décontraction musculaire en vue de faciliter ensuite des étirements et mobilisations actives ou parfois, lorsque les rétractions musculaires et/ou déformations articulaires sont trop importantes, réaliser des mobilisations passives infra-douloureuses et/ou des postures avec des appareillages.

De plus les exercices de renforcement musculaire, de gain d'amplitude articulaire, d'équilibre, de coordination ou encore de marche doivent être effectués de la façon la plus ludique et variée que possible. En effet, l'enfant ne doit en aucun cas s'ennuyer au cours de sa rééducation sous peine de perdre sa motivation qui est un facteur primordial lors d'une prise en charge en pédiatrie.[6]

Concernant la fréquence des séances de rééducation, il est important de noter qu'une rééducation plus fréquente, à raison de 4 fois par semaine, sur une durée moins importante, d'environ 4 à 8 par semaines, est plus appropriée et est recommandée plutôt qu'une

rééducation tout au long de l'année à raison de 2 séances par semaine. Une rééducation intense sur un plus court terme est ainsi favorisée.

Le dernier point restant à aborder est donc celui des répétitions. En effet, dans la paralysie cérébrale, l'apprentissage passe par la répétition. Certes, les exercices doivent être variés mais il faudra faire attention à suffisamment répéter chacun d'eux afin de les intégrer dans le schéma moteur de l'enfant.

Cependant, bien que la rééducation doive être essentiellement fonctionnelle, il est parfois nécessaire de renforcer de manière plus analytique les muscles faibles lorsque ceux-ci entraînent une dysfonction par un entraînement global (travail à 4 pattes, à genoux dressés, ramper, course...) permettant ainsi d'augmenter la force et l'activité motrice. [5]

1.1.7.2 Traitement médical

L'approche médicamenteuse consiste notamment à la prise en charge de la spasticité. On retrouve donc les traitements oraux comme le Baclofène, ou injectables tel que la toxine botulique (ces étapes seront détaillées dans les parties 1.2.5.2.1 et 1.3).

Les traitements peuvent également être débutés au cours de la grossesse ou à la naissance de l'enfant. Par exemple, suite à une hypoxie néonatale, le refroidissement du bébé permet d'améliorer les chances de survie de celui-ci ainsi que de diminuer les risques d'invalidité future.

A noter qu'il y a actuellement des essais sur les cellules souches entrant dans la gestion de la paralysie cérébrale ciblant à la fois la lésion aigue ainsi que tardive.[3]

1.1.7.3 Traitement chirurgical

Le traitement chirurgical s'adresse principalement à la réduction de la spasticité ou à une réduction des déformations orthopédiques.

Il est important de rappeler que la spasticité n'est qu'un des facteurs du pronostic orthopédique et que les insuffisances musculaires et le manque de sélectivité y contribuent beaucoup.[7]

En premier lieu, la rhizotomie dorsale sélective permet de diminuer la spasticité en coupant sélectivement les radicelles dorsales de segments de la moelle épinière de L1 à S2. Malheureusement l'opération peut causer une perte proprioceptive, un dysfonctionnement de la vessie ou de l'intestin, une hypotonie marquée prolongée, des douleurs dorsales persistantes ou des difformités de la colonne vertébrale. Cependant cette chirurgie permet d'acquérir une amélioration fonctionnelle de la fonction motrice globale.[5]

Les neurotomies sélectives ont pour principe une interruption partielle des afférences (1a et 1b) et des efférences du réflexe myotatique d'un nerf moteur. [7]

De plus les déséquilibres musculaires causés par la spasticité peuvent entraîner des luxations ou subluxations de hanche pouvant être source de douleur. Les options chirurgicales pour ces soucis orthopédiques comprennent la libération des tissus mous, les ostéotomies

fémorales et/ou pelviennes reconstructives majeures et les procédures de récupération telles que la résection fémorale proximale.

La chirurgie la plus courante lors d'une subluxation de hanche reste l'ostéotomie fémorale proximale permettant de produire un varus du col fémoral.

De plus la chirurgie unilatérale pour subluxation unilatérale semble efficace pour réduire et stabiliser la hanche spastique sans induire d'instabilité dans la hanche controlatérale, d'obliquité pelvienne ou de scoliose.

Bien souvent, après ces chirurgies les patients sont immobilisés dans un plâtre à la hanche pendant 6 semaines. [5]

1.1.7.4 Traitement orthopédique

Les orthèses sont couramment utilisées conjointement à la kinésithérapie, la toxine botulique de type A, le Baclofène, la neurochirurgie ou encore la chirurgie orthopédique. [5]

L'un des éléments qui doit le plus nous alerter est la station assise. En effet, du fait du temps passé assis dans la journée, il est capital pour le kinésithérapeute d'identifier le siège le plus adapté à l'enfant.

Nous pouvons retrouver des sièges protecteurs de dysplasies de hanches qui doivent permettre l'écartement des cuisses, dans la limite des possibilités d'allongement des muscles évaluées préalablement par la mobilisation passive, et ainsi permettre une couverture des têtes fémorales par les cotyles.

De plus le siège doit également être adapté au degré de l'atteinte motrice :

- Pour une atteinte de l'axe du corps et des membres inférieurs de degré 2 à 3⁶ et des membres supérieurs de degré 1 à 2 il y a une indication de siège moulé bas c'est-à-dire que la partie postérieure du siège ne dépassera pas le niveau L3.
- Pour une atteinte de l'axe du corps et des membres inférieurs de degré 3 et des membres supérieurs de degré 3 il y a une indication de siège à dossier montant muni d'un appui nuque orientable pour ramener la tête dans une position proche de la verticale. (Cf. Figures 1 et 2)
- Pour une atteinte de degré 2+ à 4- un siège bas avec appui thoracique antérieur peut être proposé après avoir vérifié que l'enfant arrive à tenir sa tête et son tronc pendant plusieurs minutes. (Cf. Figure 3)

On peut également proposer un siège en selle de cavalier lorsque l'enfant éprouve des difficultés à tenir correctement sur un siège horizontal.[8] (Cf. Figure 4)

⁶ Les degrés indiqués ici sont les degrés de sévérité de la paralysie cérébrale. Au plus le degré est élevé, au plus la sévérité est importante. [8]



Figure 1 : Siège avec dossier haut et appui-nuque, incliné vers l'arrière avec fermeture thoracique antérieure [8]



Figure 2 : Siège avec dossier haut et appui-tête, incliné vers l'arrière avec fermeture thoracique antérieure [8]



Figure 3 : Siège bas avec appui thoracique antérieur [8]

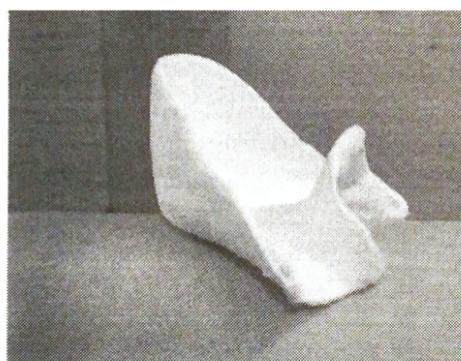


Figure 4 : Siège en selle de chevalier[8]

Hormis les sièges nous retrouvons également un traitement par plâtres successifs pouvant être proposé lorsque les déformations sont installées comme au niveau des Triceps Suraux. En effet ce traitement permet de gagner rapidement en longueur musculaire à condition de maintenir le résultat obtenu par des orthèses nocturnes. De plus ces traitements peuvent être effectués tout au long de la croissance et sont d'autant plus efficaces qu'ils sont réalisés à un âge jeune. [7]

1.1.8 Évaluation

Plusieurs instruments d'évaluation sont disponibles pour quantifier et surveiller les étapes et les compétences de développement ainsi que pour évaluer la qualité de vie des patients et des aidants.

On retrouve de nombreuses échelles et notamment la « Gross Motor Function Classification System » (GMFCS) qui normalisent les mouvements auto-innés et mesure l'évolution de la fonction motrice au cours du temps. Cette échelle est largement acceptée et utilisée par les équipes soignantes.[5] (Annexe 1)

Il existe également une autre échelle : la Gross Motor Function Measure (GMFM).

La GMFM propose deux versions : GMFM-66 et GMFM-88. La GMFM-88 est la première version réalisée de cette échelle composée de 88 items étant divisés en 5 dimensions :

- 1) Couché et retournements
- 2) Assis
- 3) Ramper et à genoux
- 4) Debout
- 5) Marcher, courir et sauter.

Ensuite a été créée la GMFM-66 qui se base sur l'échelle précédente. Celle-ci permet d'évaluer la fonction motrice globale mais en utilisant des intervalles plutôt qu'une échelle ordinale lors de la cotation. De plus, les items sont ordonnés par ordre de difficulté et des informations sont données à chaque niveau permettant d'établir des objectifs réalistes.

L'utilisation de l'une ou l'autre de ces échelles est à la volonté du thérapeute. La GMFM-88 permet de réaliser une évaluation plus descriptive des patients (préférable notamment pour les jeunes enfants ou pour les patients ayant des troubles plus complexes), celle-ci est cependant plus longue à réaliser.

La GMFM-66 quant à elle permet une évaluation plus rapide de la fonction motrice et les résultats obtenus sont tout aussi significatifs. Cette échelle est plus adaptée pour évaluer l'évolution et le changement dans la motricité des patients porteurs de paralysie cérébrale du fait de l'agencement de l'échelle par niveau de difficulté.⁷

La GMFCS est un système de classification à 5 niveaux qui décrit la fonction motrice des enfants en fonction de leurs mouvements auto-initiés en mettant particulièrement l'accent sur la position assise, la marche et le fauteuil roulant utilisé s'il y en a un. Au plus l'enfant obtient un niveau élevé dans la classification, au plus ses restrictions sont élevées.

La distinction entre les différents niveaux repose sur les capacités fonctionnelles de l'enfant et la nécessité d'assistance (comme une aide à la marche par exemple). A noter que la qualité du mouvement n'est pas un objectif demandé ici.

Cette classification est cependant plus adaptée aux enfants de 6 à 12 ans et aux jeunes de 12 à 18 ans.

En outre il est important de noter que cette classification inclut un questionnaire du rapport familial ainsi que des descriptions et des illustrations.⁸

1.2 La spasticité

1.2.1 Définition et physiopathologie

La spasticité est l'un des troubles du tonus le plus fréquemment rencontré lors d'une atteinte du système nerveux central. Rarement isolée, elle fait partie d'un ensemble de

⁷ <https://canchild.ca/en/resources/44-gross-motor-function-measure-gmfm>

⁸ <https://canchild.ca/en/resources/42-gross-motor-function-classification-system-expanded-revised-gmfcs-e-r>

symptômes et s'inscrit dans un processus global incluant une atteinte des boucles réflexes spinales mais aussi des modifications des propriétés biomécaniques des fibres musculaires.[9]

La spasticité est donc définie comme « un désordre moteur caractérisé par une augmentation, dépendante de la vitesse, du réflexe tonique d'étirement (tonus musculaire), associé à des réflexes ostéo-tendineux augmentés, provenant d'une hyperexcitabilité du réflexe d'étirement (également nommé réflexe myotatique) et constituant une des composantes du syndrome du motoneurone supérieur ». [9] La spasticité est donc causée par les changements adaptatifs de la transmission du message nerveux dans les réseaux rachidiens distaux dus à une altération des voies motrices descendantes. [10]

La dépendance à la vitesse lors de la mobilisation passive d'une articulation permet de distinguer la spasticité d'autres syndromes où on ne retrouve par exemple qu'une simple rigidité musculaire et non pas une spasticité. En effet, bien souvent des patients peuvent être classés dans la catégorie de « patients spastiques » bien que l'on retrouve un réflexe à l'étirement musculaire normal ainsi qu'une réponse musculaire normale indépendante de la vitesse de mobilisation.

1.2.2 Description du réflexe myotatique

Le réflexe myotatique d'étirement est une contraction réflexe d'un muscle soumis à un allongement, qui a pour rôle de maintenir celui-ci à une longueur adéquate au maintien postural déterminé par le système nerveux central et dont la tendance à s'opposer aux modifications de longueur et de tension musculaire est primordiale. [11]

La spasticité résulte donc d'une augmentation de ce réflexe mettant en jeu une diminution des mécanismes d'inhibition du réflexe myotatique. Nous allons décrire deux des mécanismes principaux ci-dessous.

1.2.2.1 Inhibition réciproque dysynaptique 1a

Les circuits de l'inhibition réciproque sont impliqués dans le relâchement des muscles antagonistes aux muscles contractés. Par exemple une diminution de l'inhibition des fléchisseurs plantaires du pied lors de la contraction des fléchisseurs dorsaux est normalement observée chez le sujet sain mais ne l'est pas chez un patient spastique. Cela signifie que l'on retrouve une diminution de l'inhibition réciproque provoquant ainsi le non-relâchement des muscles antagonistes à la contraction voulue. [9]

1.2.2.2 Inhibition présynaptique

Certains auteurs ont observés une diminution de l'inhibition présynaptique des afférences de type 1a du réflexe myotatique chez des patients spastiques provoquant ainsi une diminution de l'amplitude du réflexe de Hoffmann ou réflexe H.[9]

Le réflexe H est un réflexe monosynaptique induit par la stimulation électrique des fibres afférentes de type 1a. [12] Ce réflexe est utilisé pour estimer l'excitabilité du motoneurone alpha et permet aujourd'hui le diagnostic de pathologies ou encore le suivi de celles-ci. [13]

L'inhibition présynaptique est donc un mécanisme du système nerveux central permettant de contrôler les boucles d'activation. Sa diminution pourrait donc être également responsable d'une hyper-activation du réflexe myotatique.

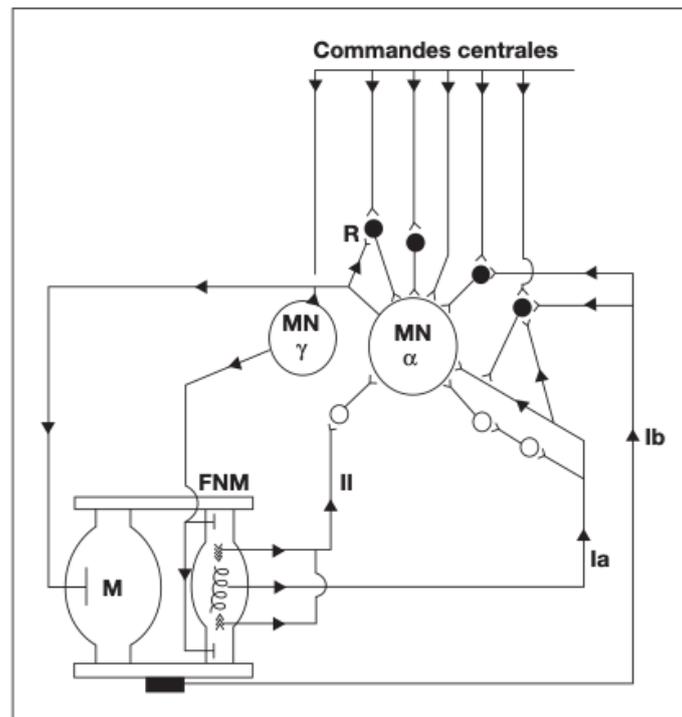


Fig. 1. – Les mécanismes de contrôle du réflexe myotatique (d'après E Pierrot-Deseilligny, 1990).
The control mechanisms of the myotatic reflex.

Figure 5 : Schématisation des mécanismes de contrôle du réflexe myotatique. [9]

1.2.3 Symptômes associés

Nous pouvons citer une liste non exhaustive de différents symptômes associés et liés à la spasticité que nous pouvons retrouver chez le patient atteint de paralysie cérébrale comme :

- 1) Les spasmes : aussi appelés réflexe de flexion, peuvent apparaître spontanément ou en réponse à la stimulation d'afférences musculaires, cutanées, articulaires nociceptives ou non. Ils sont souvent très gênants sur le plan fonctionnel (tant pour les transferts, pour la marche ou encore le maintien de la station assise) et sont par ailleurs souvent douloureux.[14]
- 2) Les dystonies : sont des contractions permanentes ou un défaut de relaxation de certains muscles. Aujourd'hui ce terme est utilisé préférentiellement dans les atteintes extrapyramidales.
- 3) Déficit moteur et troubles de la commande motrice : on retrouve notamment un déficit de force, un déficit de la vitesse ainsi qu'un déficit de la sélectivité de la commande c'est-à-dire une activation du muscle agoniste et de son antagoniste.
- 4) Contractures musculaires : elles sont plutôt une conséquence de la spasticité. En effet, la spasticité entraînant un déficit de force et ainsi une sous-utilisation des muscles, de nombreuses contractures musculaires s'installent et ainsi créent inévitablement des rétractions musculaires parfois irréversibles.[9]

1.2.4 Évaluation

L'évaluation de la spasticité est essentiellement clinique et est réalisée grâce à l'utilisation de différentes échelles. Nous retrouvons l'échelle d'Ashworth modifiée ainsi que l'échelle de Tardieu et Held.

À la différence de l'échelle d'Ashworth modifiée, l'échelle de Tardieu prend en compte l'importante notion de vitesse de mobilisation.

En effet, cette évaluation est réalisée de manière passive à 3 vitesses différentes : V1 correspondant à une vitesse lente, V2 correspondant à une vitesse équivalente à celle de la gravité, V3 correspondant à une vitesse rapide. L'étirement de chaque muscle doit être réalisé 1 seule et unique fois à chaque vitesse. [15] (Cf. Annexe 2)

La deuxième échelle fréquemment utilisée est celle d'Ashworth modifiée. Il existe une version initiale de l'échelle d'Ashworth à 5 points mais celle-ci a été modifiée afin d'en augmenter sa sensibilité. Pour réaliser correctement cette évaluation, l'évaluateur doit réaliser un seul mouvement rapide et noter le score correspondant.[16] (Cf. Annexe 3)

1.2.5 Traitement

1.2.5.1 Traitement kinésithérapique

Le traitement kinésithérapique est primordial dans la prise en charge de la spasticité notamment dans le but d'en éviter une aggravation trop rapide et importante. En effet, les installations, mobilisations lentes et postures des articulations du patient visant à prévenir les rétractions musculaires sont essentielles.

Les orthèses sont très souvent utilisées lors de la prise en charge d'enfants atteints de paralysie cérébrale c'est pourquoi il est également primordial de surveiller l'état cutané de l'enfant afin d'éviter l'apparition d'escarre.

Enfin, le kinésithérapeute peut également mettre en place des techniques de rééducation active avec des techniques de facilitation neuro-motrice ayant pour objectif d'inhiber la spasticité comme par exemple la technique d'inhibition de Bobath. [17]

Le but de la méthode de Bobath est d'optimiser la fonction, donc l'indépendance fonctionnelle et la qualité de vie du patient. [18] Pour ce faire, cette approche consiste à corriger les postures anormales et ainsi à faciliter les mouvements plus normaux. De plus, la méthode Bobath est l'une des approches de réadaptation visant à éduquer les personnes ayant une incapacité physique à acquérir de nouvelles expériences dans les activités de la vie quotidienne.[19]

Il permettra donc l'acquisition de réaction de redressement, de protection et d'équilibre nécessaires à la réalisation de mouvements harmonieux et appropriés.

1.2.5.2 Traitement médicamenteux

1.2.5.2.1 Traitement per os

Trois types de molécules sont généralement utilisées en France, il s'agit du Dantrolène (Dantrium®), des benzodiazépines et du Baclofène (Liorésal®). D'autres molécules ont également été utilisées dans cette indication : la tizamidine (Sirdalud®) non commercialisée actuellement en France, des molécules de type clonidine (Catapressan®), des antiépileptiques de type phénytoïne (Dihydan®) ou carbamazépine (Tégrétoïl®) à haute dose.

Le Dantrolène est un antispastique d'action périphérique qui inhibe la libération du calcium dans le réticulum sarcoplasmique et ainsi réduit la force musculaire développée. La posologie débute à petite dose (25 mg trois fois par jour) et peut être augmentée jusqu'à 300 à 400 mg par jour. La tolérance du Dantrolène sera limitée par l'hépatotoxicité.

Les benzodiazépines ont un effet gabamimétique⁹ indirect ayant une action principalement médullaire mais agissant également au niveau du système nerveux central.

Le Baclofène agit par fixation sur les récepteurs gaba-B du système nerveux central. En effet il provoque l'augmentation de l'inhibition présynaptique des fibres 1a [9]. La mise en place du traitement doit être progressive et peut être augmentée jusqu'à 120 mg par jour. Ses effets au niveau du système nerveux central peuvent entraîner des confusions et/ou hallucinations.[17]

1.2.5.2.2 Traitement injectable

On retrouve ici les toxines botuliques de type A et B. *La description détaillée se retrouvera dans la partie « 1.3 La toxine botulique ».*

1.3 La toxine botulique

1.3.1 Généralités

Les toxines botuliques sont des neurotoxines bactériennes ayant une action paralysante puissante. Elles sont produites par différentes espèces de Clostridium, bactéries anaérobies strictes et sporulées retrouvées dans l'environnement.[20]

Ses premières utilisations thérapeutiques ont été attribuées au traitement du strabisme puis se sont étendues à d'autres manifestations focales d'hyperréactivité musculaire (dystonie cervicale, blépharospasme¹⁰).[21]

⁹ GABA : Neurotransmetteur inhibiteur diminuant l'activité nerveuse des neurones sur lesquels il se fixe. [11]

¹⁰ Forme la plus fréquente du spasme facial médian, caractérisée par un intense spasme involontaire des muscles orbiculaires des paupières, le plus souvent bilatéral, fréquemment douloureux, pouvant se prolonger une minute ou davantage et privant de la vue le patient.[11]

Ces toxines sont divisées en 7 stéréotypes, allant de A à G (le groupe C étant divisé en C1 et C2), en fonction de leurs propriétés antigéniques. Les types A et B et moins fréquemment C et F sont associés au Botulisme humain, le type B étant le plus fréquent en France.

4 groupes ont ensuite été créés selon les caractères phénotypiques et génotypiques de chacune. La toxine botulique A (que nous allons étudier plus en détail) fait partie du groupe I, le type B du groupe II. [20]

1.3.2 Mécanisme d'action

Les toxines de *Clostridium botulinum* inhibent la synaptobrévine¹¹ et des protéines apparentées au niveau de la terminaison nerveuse. Au niveau présynaptique les toxines se fixent sur des récepteurs spécifiques situés sur les terminaisons nerveuses des nerfs moteurs pour ensuite être libérées dans le cytosol de ces terminaisons nerveuses. Son action intracellulaire permet de bloquer la libération d'Acétylcholine jusqu'aux jonctions neuromusculaires.

Lorsque la toxine est injectée dans le muscle, elle provoque une paralysie locale transitoire. En effet, les effets de la toxine sont réversibles dû à la réexpression au niveau post-synaptique des récepteurs à Acétylcholine. [22]

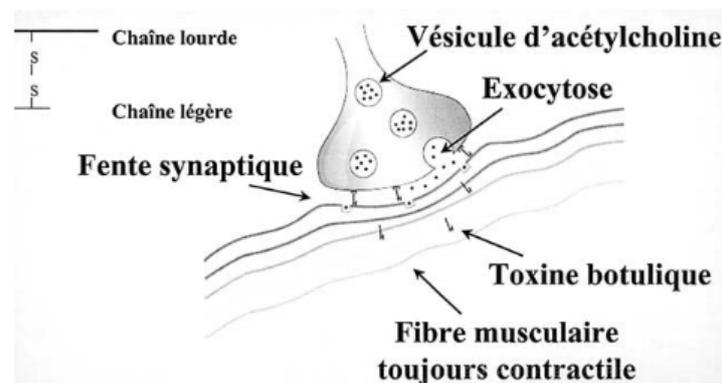


Figure 6 : Schématisation de l'action synaptique de la toxine botulique sur la libération d'Acétylcholine. [22]

1.3.3 Utilisation thérapeutique

De nos jours l'utilisation de la toxine botulique s'est élargie à des champs plus large, notamment neurologique.

Aujourd'hui les indications pour les adultes et les enfants de plus de 12 ans sont : les troubles de l'oculomotricité, le blépharospasme, le spasme hémifacial, le torticolis spasmodique, l'hyperhidrose axillaire sévère, le traitement symptomatique locale de la spasticité des membres inférieurs et supérieurs.

Pour les enfants de 2 ans et plus : traitement symptomatique locale de la spasticité des membres inférieurs et supérieurs.[23] C'est donc cet aspect qui nous intéresse tout particulièrement.

¹¹ Substrat d'une endoprotéase sensibles à des toxines tétaniques et botuliniques qui bloquent la libération des neurotransmetteurs. [11]

La toxine botulique doit être injectée uniquement en intramusculaire à l'aide d'un guidage électromyographique ou échographique. L'effet clinique de la toxine botulique est observé à partir du quatrième jour post-injection et est optimal environ un mois après l'injection. Cette efficacité clinique dure entre trois et six mois. [21]

Il faut faire attention à respecter une durée minimale de 3 mois entre chaque injection (pour un même muscle) afin de retarder voire d'éviter le développement d'une résistance au traitement par la formation d'anticorps dirigés contre la toxine botulique.[21]

Cependant ce traitement injectable ne peut être que focal et ne pourra pas être généralisé à l'ensemble des muscles des quatre membres.

Outre son action sur le tonus, les injections auront une action antalgique permettant ensuite une meilleure efficacité du traitement kinésithérapique. Ceci est d'autant plus intéressant que cela semble particulièrement efficace pour préserver sur un plus long terme le capital orthopédique de l'enfant.

1.3.4 Forme du médicament

La toxine botulique A est commercialisée sous les noms de Botox 100 unités, sous forme de poudre pour solution injectable (Allergan) et de Dysport 500 unités, sous forme de lyophilisat pour usage parentéral. La toxine botulique B est commercialisée sous le nom de Neurobloc 500 U/ml, sous forme d'une solution injectable.[20]

1.3.5 Posologie

La posologie exacte et le nombre de sites d'injection doivent être adaptés à chaque individu d'après la taille, le nombre et l'emplacement des muscles à injecter, la sévérité de la spasticité, le poids de l'enfant, la présence d'une faiblesse musculaire locale et la réponse du patient au traitement précédent.

La Haute Autorité de Santé (HAS) préconise des doses par muscle comprise entre 0,5 et 2 unités/kg de masse corporelle pour le membre supérieur et entre 2 et 4 unités/kg de masse corporelle pour le membre inférieur.

En fonction de la réponse au traitement précédent, la dose peut être augmentée au-dessus de la dose initiale recommandée sans dépasser la dose maximale par session qui est de 15 unités/kg de masse corporelle ou 350 unités ou 50 unités par site.[23]

1.3.6 Effets secondaires

Les effets secondaires sont nombreux et varient en fonction de l'affection. Les effets secondaires les plus fréquents sont : ptosis¹² partiel ou complet, diplopie transitoire, paralysie faciale, faiblesse musculaire. Plus rarement on retrouve : une sécheresse oculaire, un larmolement, un gonflement des paupières, une photophobie, une kératite, une dysphagie

¹² Déroulement plus ou moins important de la paupière supérieure et impotence totale ou partielle du muscle releveur, qui provoque un abaissement plus ou moins marqué du bord inférieur de la paupière. [11]

[20] ou encore un syndrome pseudo-grippal.[21] Ceci est une liste non exhaustive des effets secondaires pouvant être produits suite à une injection de toxine botulique.[20]

Ces effets indésirables peuvent aussi être locaux par l'apparition, au niveau du site d'injection, de douleurs, d'ecchymoses ou de faiblesse musculaire du muscle ayant reçu l'injection. [21]

1.3.7 Contre-indications

Les contre-indications à la prescription de toxine botulique sont : hypersensibilité au principe actif ou à l'un de ses excipients, la grossesse, l'allaitement, les patients présentant une pathologie neuromusculaire connue (sclérose latérale amyotrophique, neuropathie périphérique), patients présentant une pathologie de la jonction neuromusculaire connue (myasthénie, syndrome de Lambert-Eaton). [20]

1.3.8 La toxine botulique de type A dans la paralysie cérébrale

Le but des injections de toxine botulique dans les muscles chez un enfant atteint de paralysie cérébrale est de diminuer la spasticité par un phénomène de parésie flasque produit au niveau du muscle spastique permettant par la suite un meilleur étirement de celui-ci ainsi qu'un renforcement plus efficace des muscles antagonistes.

Cependant l'effet de la toxine botulique n'est pas permanent, au terme de quelques mois, l'efficacité diminue. L'objectif est que le laps de temps durant lequel la toxine est efficace permette à l'enfant d'acquérir un nouveau schéma moteur.[22]

1.4 Pourquoi est-ce important de faire cette revue ?

1.4.1 Importance pour la profession

La paralysie cérébrale est une pathologie plus ou moins grave et variable en fonction de l'atteinte cérébrale et ainsi des symptômes qui en découlent. Du fait de sa difficulté et du temps de prise en charge, la neurologie pédiatrique n'est pas la spécificité la plus rencontrée chez les kinésithérapeutes, et de ce fait il est bien souvent difficile pour les parents et les enfants de trouver des praticiens compétents dans ce domaine.

En outre il n'existe que peu de revue de littérature traitant de ce sujet puisque l'intérêt thérapeutique de la toxine botulique chez l'enfant de plus de 2 ans dans le traitement de la spasticité n'est établi que depuis les années 2000.

Ainsi cette revue permettrait une avancée dans ce domaine tant du point de vue scientifique tant pour étendre la prise en charge neuro-pédiatrique dans le milieu de la kinésithérapie.

1.4.2 Importance pour les patients

Cette revue permettrait également pour la patientèle de bénéficier d'un nombre plus important de revue de littérature et ainsi d'augmenter le niveau de preuve concernant ce sujet. De plus la paralysie cérébrale n'est pas une pathologie rare, de ce fait cela toucherait un nombre de patients relativement important.

Enfin, cela permettrait de comparer des traitements et prise en charge différents et ainsi d'apporter le soin le plus adapté aux patients.

1.4.3 Importance pour les aidants

De nos jours nous pouvons estimer que 650 000 familles s'occupent d'un enfant ou d'un adulte atteint de paralysie cérébrale. En effet, les parents ou encore les membres de la famille d'une manière plus générale, jouent un rôle majeur dans le quotidien de ces personnes dépendantes. Elles deviennent donc des « aidants » qui vont bien souvent souffrir que ce soit psychologiquement ou encore physiquement de leur rôle.

En effet, le temps de l'aidant sera contraint par le suivi médical de l'enfant, par son autonomie dans la vie quotidienne, par le type d'établissement scolaire que l'enfant va fréquenter, et ainsi amputer les temps personnels et les loisirs de l'aidant, provoquant à long terme un fort impact psychologique. De plus, l'aide apportée à ces personnes dépendantes pourra entraîner des douleurs physiques dues à la manipulation de l'enfant (pour les transferts, l'habillage, la toilette...) ou encore d'autres pathologies chroniques liées au stress (telles que l'asthme, des ulcères digestifs, des migraines...).[24]

De plus le développement de l'enfant atteint de paralysie cérébrale se basant notamment sur les expériences extérieures, cela semble primordial d'approfondir la recherche sur le bien-être des aidants afin de favoriser un environnement familial le plus favorable à l'évolution de l'enfant.

La santé de ces aidants est donc un point également non négligeable dans la réalisation de cette revue. Cela leur permettrait d'enrichir leurs connaissances dans le domaine de la paralysie cérébrale et pourrait leur apporter des moyens de facilitation de leur travail au quotidien.

1.5 Les objectifs de la revue : Modèle PICO

Cette revue a pour but principal d'évaluer et de comparer l'évolution de la spasticité et de la fonction motrice globale de l'enfant atteint de paralysie cérébrale avec une prise en charge kinésithérapique avec ou sans injection de toxine botulique de type A.

Modèle PICO :

- P (*Population*) : Les enfants atteints de paralysie cérébrale
- I (*Intervention*) : Prise en charge kinésithérapique avec injection de toxine botulique de type A
- C (*Compareur*) : Prise en charge kinésithérapique sans injection de toxine botulique de type A
- O (*Outcome – Critère de jugement*) : Spasticité et Fonction motrice globale.

2 Méthode

2.1 Critères d'éligibilité des études pour la revue

2.1.1 Schémas d'études

Ici, nous nous posons une question d'ordre thérapeutique, c'est-à-dire que cette revue permettra d'évaluer un traitement (curatif ou préventif) en comparaison à un autre traitement, à un placebo ou encore à une absence de traitement.

Afin de réaliser cette revue, nous pouvons nous appuyer sur certains types d'articles qui sont, par ordre hiérarchique, des essais cliniques randomisés, des essais cliniques non randomisés ou encore des séries de cas.

Bien évidemment nous favoriserons la recherche d'essais cliniques randomisés afin d'apporter un niveau de preuve plus important à cette revue.

2.1.2 Patient, pathologie étudiée

Les patients de cette revue de littérature sont des enfants âgés de 2 à 18 ans. Les enfants de moins de 2 ans ne sont pas inclus dans cette revue puisque les injections de toxine botulique ne peuvent être débutées avant cet âge.

Ces enfants sont tous atteints de paralysie cérébrale différant seulement par leur forme clinique. La plupart sont diplégiques spastiques parfois hémiplégiques ou quadriplégiques.

2.1.3 Intervention

L'intervention, c'est-à-dire l'élément soumis à l'évaluation, est la prise en charge kinésithérapique associée aux injections de toxine botulique de type A.

Les injections de toxine botulique varient en fonction des enfants et sites à injecter. Elles peuvent être uniques (donc sur un seul muscle) ou multi-site.

2.1.4 Comparateur

Le comparateur, soit l'élément auquel nous comparons notre intervention est la prise en charge kinésithérapique (telle que décrite dans la partie 1.1.7.1) non associée aux injections de toxine botulique.

2.1.5 Critères de jugement (Outcome)

Les critères de jugement, ici la spasticité et la fonction motrice globale, sont les éléments sur lesquels se baseront notre évaluation afin d'en observer l'évolution.

La spasticité constituera donc notre critère de jugement principal et la fonction motrice globale notre critère de jugement secondaire. Cet ordre a été ainsi choisi puisqu'une bonne

évolution de la fonction motrice découle le plus souvent d'une bonne évolution de la spasticité.

Nous utiliserons donc deux échelles : l'échelle d'Ashworth modifiée et la GMFCS ou la GMFM.

L'échelle d'Ashworth modifiée nous permettra d'évaluer la spasticité avant et après le traitement.

Concernant la fonction motrice globale, nous pourrions retrouver 2 types d'échelles : la « Gross Motor Function Measure » (GMFM) et la « Gross Motor Function Classification System » (GMFCS) qui nous permettront d'évaluer la fonction motrice globale.

2.2 Méthodologie de recherche des études

2.2.1 Sources documentaires investiguées

Les recherches ont été effectuées sur les bases numériques suivantes :

- PubMed
- PEDro
- Google scholar
- Science Direct
- Kinedoc
- Cochrane Library

2.2.2 Équation de recherche

En anglais :

(child OR children) AND (cerebral palsy) AND (botulinum toxin OR botulinic toxin OR botulinum toxin-A OR neurotoxin-A OR botulinum neurotoxin-A) AND (physical therapy OR physiotherapy OR comprehensive rehabilitation)

En français :

(Enfant ou enfants) ET (paralysie cérébrale) ET (toxine botulique ou toxine botulinique ou toxine botulique A ou neurotoxine A ou neurotoxine botulique A) ET (thérapie physique ou kinésithérapie ou réhabilitation complète)

2.2.2.1 PubMed

PubMed est une base de données bibliographiques regroupant des articles, des revues ou encore des livres sur le domaine de la médecine.

J'avais au départ sélectionné sur PubMed les filtres « Clinical Trial » et « Randomized Controlled Trial » afin de ne trouver que des essais cliniques randomisés et non randomisés. Cependant j'ai dû désactiver ces paramètres puisqu'ils ne me permettaient pas d'obtenir le maximum d'articles qui étaient certainement mal indexés.

J'ai également utilisé les MeSH terms afin de trouver un maximum de synonymes et ainsi augmenter le nombre de résultats trouvés grâce à l'équation de recherche.

L'équation de recherche complète ci-dessus a été utilisée sur PubMed et m'a permis de trouver 286 résultats.

2.2.2.2 PEDro

PEDro est une base de données regroupant des revues systématiques, des essais cliniques randomisés ainsi que des guides de bonnes pratiques uniquement centrés sur la kinésithérapie.

Une équation de recherche simple : « cerebral palsy rehabilitation » m'a permis de trouver 174 articles desquels j'ai exclu les revues systématiques et les guides de bonne pratique. Il ressort donc au total 131 essais cliniques.

La particularité sur PEDro est que les espaces dans l'équation de recherche correspondent automatiquement à « AND » ou « OR » c'est pourquoi il n'est pas nécessaire de les indiquer dans l'équation.

2.2.2.3 Cochrane Library

Cochrane library est une bibliothèque numérique ressource des revues de littérature accomplies ou en cours de réalisation ainsi que des études relatives aux revues publiées.

Sur Cochrane Library l'équation de recherche est « Child AND cerebral palsy AND botulinum toxin AND rehabilitation ». Grâce à celle-ci j'ai pu découvrir 95 résultats étant tous des essais cliniques.

2.3 Méthode d'extraction et d'analyse des données

2.3.1 Méthode de sélection des études

L'équation de recherche a permis de mettre en avant un certain nombre d'articles qu'il a ensuite fallu trier.

En premier lieu les articles étaient sélectionnés grâce à leur titre et leur résumé, ensuite par leur score PEDro (nous avons exclus les études ayant un score inférieur à 5/10) puis par une lecture intégrale de l'article permettant ainsi d'en retirer les données principales afin de pouvoir réaliser un tableau type pour chacun des articles (*Cf. Tableau 1*).

2.3.2 Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées

N'ayant sélectionné que des essais cliniques randomisés, la grille de notation la plus appropriée est l'échelle PEDro. (*Cf. Annexe 2*)

Cette échelle permet au lecteur de pouvoir réaliser une évaluation rapide d'un essai clinique en évaluant la validité interne de celui-ci. Le critère numéro 1 a été rajouté afin d'évaluer la validité externe de l'étude mais n'est pas comptabilisé dans le score PEDro final.

Il est tout de même nécessaire de faire attention à ne pas confondre le score PEDro et l'efficacité du traitement. En effet un score PEDro élevé ne signifie pas qu'un traitement est cliniquement efficace ou inversement.

Ainsi tous les articles rencontrés dans cette revue ont été évalués avec cette échelle et ceux ayant une note inférieure à 5 ont été exclus.

De plus il est primordial pour cette revue que les participants de chaque étude aient subi une randomisation et de ce fait que les groupes soient similaires au début de l'étude.

Cependant il n'est pas possible que les évaluateurs, les thérapeutes et/ou les participants soient en aveugle du fait des traitements reçus. De ce fait ces biais-ci seront acceptés.

2.3.3 Extraction des données

Les études sélectionnées ont donc toutes été lues dans leur intégralité permettant ainsi de réaliser un tableau type pour chacune d'elle (cf. ci-dessous). Ces tableaux permettront une analyse détaillée de chaque article et ainsi faciliteront la comparaison entre eux.

L'extraction des données permettra à terme une analyse et une récolte des résultats de chaque étude.

Méthode	Description de l'article
Durée de l'étude	- X mois / années
Type d'article	- Essai clinique randomisé, - Essai clinique non randomisé, - Série de cas.
Population	- Nombre de participants, - Âge des participants, - Forme clinique de la paralysie cérébrale, - Randomisation présente ou non, - Critères d'inclusion des participants, - Critères d'exclusion des participants.
Intervention	- Description de la prise en charge kinésithérapique, - Posologie des injections de toxine botulique, - Site des injections de toxine botulique.
Comparateur	- Description de la prise en charge kinésithérapique.
Critères de jugement	- Échelle d'Ashworth modifiée, - GMFCS.
Score PEDro	- Note sur 10.

Tableau 1 : Extraction des données (type)

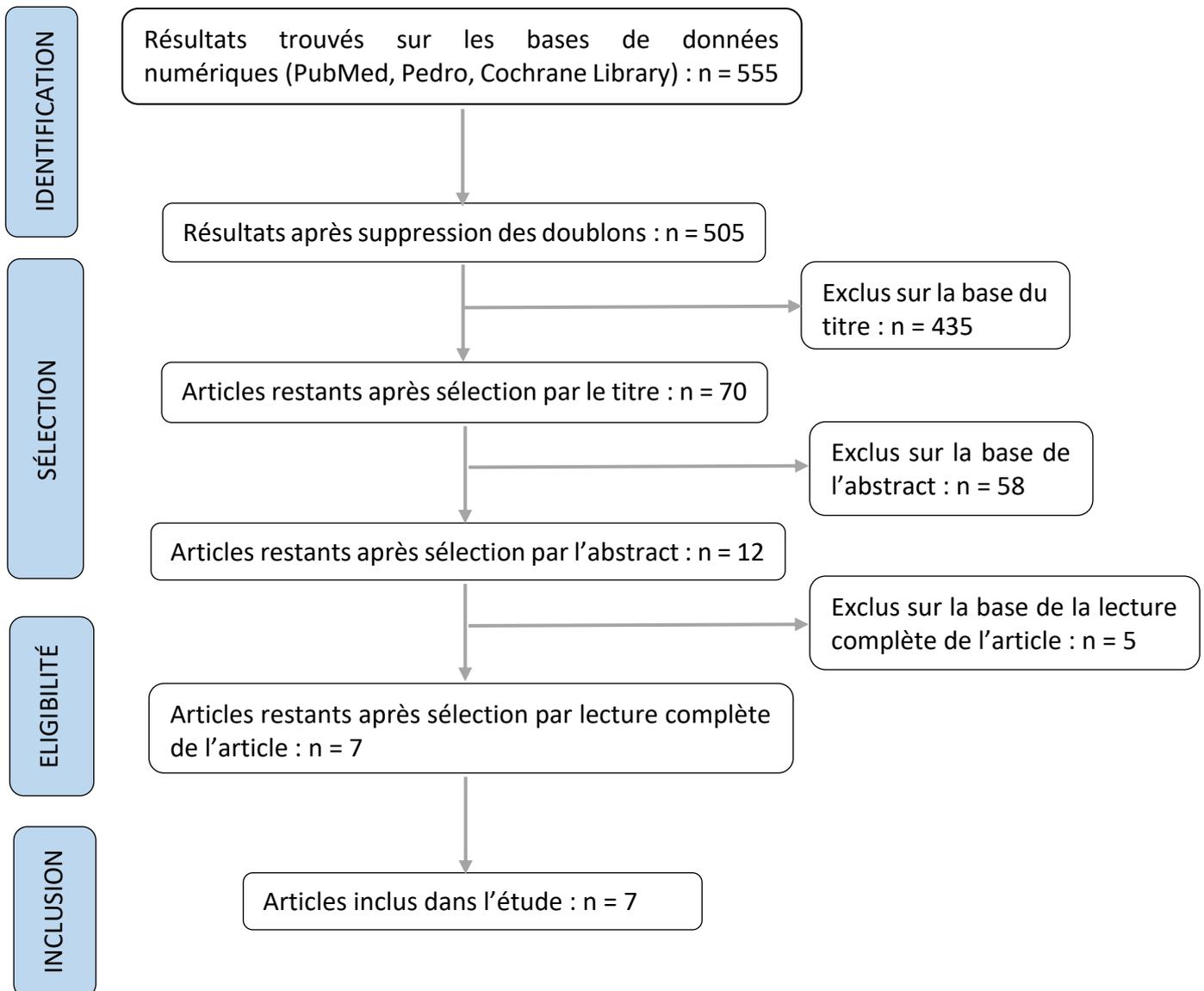
2.3.4 Méthode de synthèse des résultats

Après analyse de chacun des articles, les résultats seront présentés de façon narrative prenant en compte les données extraites et leur significativité statistique et clinique.

3 Résultats

3.1 Description des études

3.1.1 Diagramme de flux



Les recherches d'articles ont été effectuées entre Juillet 2020 et Janvier 2021.

3.1.2 Études exclues

Comme décrit ci-dessus, 5 articles ont été exclus à la suite de la lecture complète de l'article pour différentes raisons :

- 2 articles ont été exclus car ils ne présentaient pas le bon schéma d'étude
- 2 articles n'avaient pas les critères de jugement recherchés dans cette revue
- 1 article n'avait pas le bon comparateur.

Un tableau récapitulatif plus détaillé est présenté en annexe (cf. Annexe 5 : Études exclues).

3.1.3 Études incluses

Auteur & année	Schéma de l'étude	Taille de l'échantillon (Fille/Garçon)	Intervention	Comparateur	Caractéristiques des participants		Échelles utilisées
					Âge	Forme clinique de la PC	
<u>Chatuverdi SK, 2013</u>	ECR	36 enfants (13F ¹³ /23G ¹⁴)	100 à 500 unités par muscle ne dépassant pas 30 unités/kg de poids corporel par injection de toxine botulique + kinésithérapie	Kinésithérapie seulement	Moyenne d'âge de 4,4 ans	Diplégie spastique	GMFCS Anisotropie fractionnelle
<u>Scholtes VA, 2006</u>	ECR	46 enfants (14F/32G)	Maximum de 50 unités par site avec une dose de 4 à 6 unités/kg de poids corporel de toxine botulique + kinésithérapie	Kinésithérapie seulement	Moyenne d'âge de 7,5 ans	Atteintes unilatérales et bilatérales	GMFM Coût énergétique Score de problème
<u>Çaglar Okur, 2019</u>	ECR	30 enfants (17F/13G)	La dose injectée est de 3 unités/kg par muscles et la dose totale ne doit pas excéder 300 unités + kinésithérapie	Kinésithérapie seulement	Moyenne d'âge de 9 ans	Non spécifiée	Échelle d'Ashworth modifiée Échelle de Tardieu Échelle Visuelle analogique (EVA) Goal Attainment Scale (GAS) Selective Motor Control test (SMC)
<u>Ibrahim Al, 2007</u>	ECR	60 enfants	Le dosage va de 6 à 12 unités/kg de poids corporel avec une dose maximale par visite de 200 unités + kinésithérapie	Kinésithérapie seulement	Moyenne d'âge de 52 mois	Hémiplégie spastique	Échelle d'Ashworth modifiée Évaluation de la marche

¹³ F : Fille

¹⁴ G : Garçon

<u>El Etribi, 2004</u>	ECR	46 enfants	La dose d'injection est de 3 à 6 unités/kg de poids corporel et la dose maximale à ne pas dépasser par injection est de 200 unités + kinésithérapie	Kinésithérapie seulement	Moyenne d'âge de 3,5 ans	Non spécifiée	Échelle d'Ashworth modifiée EMG (Ratio H/M) Physician Rating Scale (PRS) Amplitude du mouvement
<u>Love S, 2001</u>	ECR	24 enfants	La dose moyenne est de 4 unités/kg de poids corporel + kinésithérapie	Kinésithérapie seulement	Moyenne d'âge de 6 ans et 4 mois	Hémiplégie spastique	Longueur musculaire Échelle d'Ashworth modifiée Échelle de Tardieu modifiée GMFM Satisfaction parentale.
<u>Carey MT, 2003</u>	ECR	49 enfants (24F/25G)	La dose moyenne est de 2 à 8 unités/kg de poids corporel. Le dosage maximal à ne pas dépasser est de 300 unités + kinésithérapie	Kinésithérapie seulement	Moyenne d'âge de 4 ans et 1 mois	Diplégie spastique ou quadriplégie spastique légère à modérée	GMFM Vulpe Assessment Battery (VAB) Échelle d'Ashworth modifiée Perception parentale

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des études incluses

Les tableaux récapitulatifs individuels de chaque étude ont été réalisés et sont présents dans la partie Annexe (cf. Annexe 6 : Études incluses).

3.2 Risque de biais des études incluses

L'objectif de cette revue est de réaliser une analyse mais également une critique des articles sélectionnés. C'est pourquoi il est nécessaire de réaliser une notation de la qualité méthodologique de chaque article permettant ainsi d'analyser les biais présents.

3.2.1 Grille d'analyse utilisée

Dans cette revue n'intégrant que des essais cliniques randomisés, la grille utilisée pour la notation est l'échelle Pedro.

Cette échelle permet de déterminer rapidement les articles ayant une bonne validité interne (évaluée par les critères 2 à 9) et ayant également suffisamment d'informations statistiques pour rendre leurs résultats interprétables (évalués par les critères 10 et 11).

Un 11^{ème} critère (le critère numéro 1) a été ajouté afin d'évaluer la validité externe de l'étude mais n'est pas comptabilisé dans le score final.

Le score final obtenu détermine la qualité méthodologique de chaque article et non pas la qualité des conclusions tirées des résultats de l'étude, c'est-à-dire qu'un score élevé ne signifie pas qu'un traitement a des effets positifs ou inversement.

En outre, l'échelle Pedro ne prend pas en compte la taille de l'effet du traitement : il faut que la taille de cet effet soit suffisamment importante pour pouvoir appliquer cliniquement ce traitement.

Les 7 articles sélectionnés ont donc été évalués sur l'échelle Pedro, en voici un tableau récapitulatif.

Auteurs & année	Items											Score
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Chatuverdi SK, 2013	X	X		X				X		X	X	5/10
Scholtes VA, 2006	X	X	X	X				X		X	X	6/10
Çaglar Okur, 2019	X	X	X	X		X		X	X	X	X	8/10
Ibrahim Al, 2007	X	X	X	X				X	X	X		6/10
El Etribi, 2004	X	X		X				X		X	X	5/10
Love S, 2001	X	X		X				X		X	X	5/10
Carey TM, 2003	X	X		X				X		X	X	5/10

Tableau 3 : Tableau d'évaluation des articles avec l'échelle Pedro

Les « X » signifient que l'article répond à la demande de l'item.

3.2.2 Synthèse des biais retrouvés

Cette échelle d'évaluation nous permet donc d'obtenir des informations sur les différents biais retrouvés dans chaque étude.

La **validité externe** de l'étude est validée par l'item 1 « les critères d'éligibilité ont été précisés », c'est-à-dire qu'il nous ait possible de connaître la source du recrutement des sujets. Cet item n'est pas comptabilisé dans le score final qui ne concerne que la validité interne de l'étude.

Le **biais de sélection** est évalué grâce aux items 2, 3 et 4. Ces items définissent dans l'ordre : la répartition aléatoire des participants dans les groupes, l'assignation secrète dans ces groupes ainsi que la similarité de ceux-ci au début de l'étude.

Le **biais de suivi** est quant à lui évalué par les items 5 et 6 spécifiant que les sujets et les thérapeutes sont en aveugle.

Le **biais d'évaluation** est validé par l'item 7 permettant de noter si les examinateurs sont en aveugle.

Enfin, le **biais de résultats** concerne les items 8, 9, 10 et 11 spécifiant dans l'ordre que « Les mesures, pour au moins un des critères de jugement essentiels ont été obtenues pour au moins 85% des sujets initialement inclus dans l'étude », « Tous les sujets pour lesquels les résultats étaient disponibles ont reçus le traitement ou l'intervention contrôle conformément à leur répartition, ou, quand cela n'a pas été le cas, les données d'au moins un des critères de jugement essentiels ont été analysées en intention de traiter », « Les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont indiqués pour au moins un des critères de jugement essentiel », Enfin « pour au moins un des critères de jugement essentiel, l'étude indique à la fois l'estimation de l'effet et l'estimation de leurs variabilité ».

Auteurs et année	Biais présents dans l'étude			
	Biais de sélection	Biais de suivi	Biais d'évaluation	Biais de résultats
Chatuverdi SK, 2013	X	X	X	X
Scholtes VA, 2006		X	X	X
Çaglar Okur, 2019		X	X	
Ibrahim Al, 2007		X	X	X
El Etribi, 2004	X	X	X	X
Love S, 2001	X	X	X	X
Carey TM, 2003	X	X	X	X

Tableau 4 : Synthèse des biais retrouvés

Nous pouvons donc constater qu'aucun des articles inclus dans cette revue n'est exempt de biais.

En effet, les biais de sélection, de suivi, d'évaluation et de résultats sont retrouvés dans 4 articles différents : *Chatuverdi SK, 2013* ; *El Etribi, 2004* ; *Love S, 2001* ; *Carey MT, 2003*.

Nous retrouvons les biais de suivi, d'évaluation et de résultats dans 2 articles : *Ibrahim AI, 2007* et *Scholtes VA, 2006*.

Enfin, nous ne notons que les biais de suivi et d'évaluation dans l'article : *Çaglar Okur, 2019* étant également l'article le mieux noté (score Pedro = 8/10).

3.3 Effets de l'intervention sur les critères de jugements

Le but de cette revue est d'évaluer l'intérêt d'une prise en charge kinésithérapique à la suite ou non d'injections de toxine botulique sur l'évolution de la spasticité et de la fonction motrice globale.

Afin d'interpréter au mieux les résultats de cette étude, l'intervalle de confiance ainsi que la taille de l'effet du traitement ont été calculés et la valeur « p » analysée.

L'intervalle de confiance (IC) permet de savoir si les résultats sont statistiquement significatifs ou non : si l'IC comprend le « 0 » alors les résultats ne sont statistiquement pas significatifs, si au contraire l'IC est entièrement positif ou négatif les résultats le seront dans ce cas.

De plus, si les bornes de l'intervalle de confiance sont proches cela permet de conclure que l'effet du traitement est connu de manière précise et ainsi que les résultats obtenus sont encore plus fiables et représentatifs de la population réelle.

La taille de l'effet du traitement est interprétable également : au plus la taille de l'effet est importante au plus le traitement a un intérêt dans la rééducation et inversement. De ce fait cette valeur permet d'offrir un point de vue clinique lors de l'interprétation des résultats.

Celle-ci se calcule en soustrayant la moyenne du groupe témoin à la moyenne du groupe intervention.

Cependant la taille de l'effet du traitement ne peut être prise en compte que lorsque la valeur « p » est inférieure soit à une valeur indiquée dans l'étude soit à 0,05.

En effet, nous estimons que si p est inférieur à 0,05 (ou à une valeur indiquée dans l'étude) cela signifie qu'il y a moins de 5% de risque que les résultats obtenus soient liés uniquement au hasard et donc 95% de chance que les résultats soient liés au traitement lui-même. Dans ce cas nous pouvons dire que les résultats sont statistiquement significatifs.

De ce fait, l'intervalle de confiance et la valeur « p » permettent de tirer les mêmes conclusions. Seulement l'IC nous offre plus d'informations telles que la largeur de l'intervalle permettant de savoir si les résultats sont représentatifs de la population ou non.

Ces 3 valeurs seront donc analysées pour chaque article lorsque les données le permettent et ainsi nous permettront d'étudier les résultats d'une façon plus fiable.

3.3.1 Critère de jugement principal

Ici nous évaluons l'évolution de la spasticité grâce à l'échelle d'Ashworth modifiée. Nous retrouvons cette évaluation dans 5 des 7 articles inclus.

3.3.1.1 Chatuverdi SK, 2013

Pas d'évaluation de la spasticité dans cette étude.

3.3.1.2 Scholtes VA, 2006

Pas d'évaluation de la spasticité dans cette étude.

3.3.1.3 Çaglar Okur, 2019

Dans le groupe intervention les valeurs passent de $3,33 \pm 0,723$ au début de l'étude à $1,60 \pm 0,828$ à 4 semaines puis à $1,20 \pm 0,774$ à 12 semaines.

Concernant le groupe témoin, les valeurs passent de $3,73 \pm 0,798$ au début de l'étude à $3,72 \pm 0,736$ à 4 semaines puis à $3,87 \pm 1,099$ à 12 semaines.

Nous pouvons observer une diminution très importante de la spasticité dans le groupe intervention en comparaison au groupe témoin.

➤ Au début de l'étude

Intervalle de confiance : [-0,97 à 0,17]. L'IC montre que les résultats ne sont pas statistiquement significatifs puisque l'intervalle comprend le « 0 ».

Taille de l'effet = - 0,40. La taille de l'effet du traitement est faible.

La valeur « p » n'est pas indiquée au début de l'étude.

➤ À 4 semaines

Intervalle de confiance : [-2,71 à -1,53]. L'IC montre que les résultats sont statistiquement significatifs puisque l'intervalle est entièrement négatif. De plus les bornes de l'intervalle sont proches prouvant que les résultats sont d'autant plus fiables.

Taille de l'effet = - 2,12. La taille de l'effet est importante.

La valeur « p » est inférieure à 0,01. Cela signifie donc que les résultats sont statistiquement significatifs et sont en accord avec l'IC trouvé.

➤ À 12 semaines

Intervalle de confiance : [-3,38 à -1,96]. L'IC montre que les résultats sont statistiquement significatifs puisqu'il est entièrement négatif. De plus les bornes de l'intervalle sont proches prouvant que les résultats sont d'autant plus fiables.

Taille de l'effet = - 2,67. La taille de l'effet est importante.

La valeur « p » est inférieure à 0,01. Cela signifie donc que les résultats sont statistiquement significatifs et sont en accord avec l'IC trouvé.

3.3.1.4 Ibrahim Al, 2007

Pour le groupe recevant les injections uniquement dans les muscles Gastrocnémiens, suivi de kinésithérapie, les valeurs passent de $7 \pm 1,4$ avant le traitement à $5,3 \pm 1,2$ après le traitement.

Pour le groupe recevant les injections uniquement dans les muscles adducteurs de hanche, suivis de kinésithérapie, les valeurs passent de $6,9 \pm 1,2$ avant le traitement à $5,3 \pm 1$ après le traitement.

Pour le groupe recevant les injections dans les deux groupes musculaires, suivi de kinésithérapie, les valeurs passent de $6,9 \pm 1,3$ avant le traitement à $3,4 \pm 1,1$ après le traitement.

Pour le groupe n'ayant reçu que la kinésithérapie les valeurs passent de $7 \pm 1,6$ à $7 \pm 1,3$.

Les valeurs montrent une diminution de la spasticité dans les groupes ayant reçu la toxine botulique suivi de kinésithérapie. Dans le groupe ayant reçu uniquement une prise en charge kinésithérapique les valeurs n'ont pas évoluées.

Ici, j'ai décidé de réaliser la comparaison avec les trois groupes pour avoir une analyse plus large et globale.

➤ Au début de l'étude

Avec le groupe A (injection uniquement dans les muscles Gastrocnémiens) :

Intervalle de confiance : [-1,12 à 1,12]. L'IC montre que les résultats ne sont pas statistiquement significatifs puisqu'il comprend le « 0 ».

Taille de l'effet = 0. La taille de l'effet est nulle.

La valeur « p » n'est pas identifiée dans l'article entre le groupe contrôle et le groupe de traitement A.

Avec le groupe B (injection uniquement dans les muscles Adducteurs de hanche) :

Intervalle de confiance : [-1,16 à 0,96]. L'IC montre que les résultats ne sont pas statistiquement significatifs puisqu'il comprend le « 0 ».

Taille de l'effet = - 0,1. La taille de l'effet du traitement est faible.

La valeur « p » n'est pas identifiée dans l'article entre le groupe contrôle et le groupe de traitement B.

Avec le groupe C (injection dans les muscles Gastrocnémiens et Adducteurs de hanche):

Intervalle de confiance : [-1,19 à 0,99]. L'IC montre que les résultats ne sont pas statistiquement significatifs puisqu'il comprend le « 0 ».

Taille de l'effet = - 0,1. La taille de l'effet est faible.

La valeur « p » n'est pas identifiée dans l'article entre le groupe contrôle et le groupe de traitement C.

➤ À la fin de l'étude

Avec le groupe A (injection uniquement dans les muscles Gastrocnémiens) :

Intervalle de confiance : [-2,64 à -0,76]. L'IC montre que les résultats sont statistiquement significatifs puisqu'il est entièrement négatif.

Taille de l'effet = -1,7. La taille de l'effet est importante.

La valeur « p » n'est pas identifiée dans l'article entre le groupe contrôle et le groupe de traitement A.

Avec le groupe B (injection uniquement dans les muscles Adducteurs de hanche) :

Intervalle de confiance : [-2,57 à -0,83]. L'IC montre que les résultats sont statistiquement significatifs puisqu'il est entièrement négatif.

Taille de l'effet = -1,7. La taille de l'effet est importante.

La valeur « p » n'est pas identifiée dans l'article entre le groupe contrôle et le groupe de traitement B.

Avec le groupe C (injection dans les muscles Gastrocnémiens et Adducteurs de hanche):

Intervalle de confiance : [- 4,5 à - 2,7]. L'IC montre que les résultats sont statistiquement significatifs puisqu'il est entièrement négatif.

Taille de l'effet = -3,6. La taille de l'effet du traitement est importante.

La valeur « p » n'est pas identifiée dans l'article entre le groupe contrôle et le groupe de traitement C.

3.3.1.5 El-Etribi, 2004

Dans le groupe intervention les valeurs passent de $1,93 \pm 0,27$ au début de l'étude à $0,89 \pm 0,59$ à la fin de l'étude. La valeur de « p » est inférieure à 0,001 pour ce groupe.

Dans le groupe témoin les valeurs passent de $1,78 \pm 0,34$ au début de l'étude à $1,79 \pm 0,34$ à la fin de l'étude. La valeur de « p » est supérieure à 0,05 dans ce groupe.

La diminution de la spasticité est évidente dans le groupe intervention en comparaison au groupe témoin.

La valeur « p » est ici intra-groupe. Il nous est donc simplement possible de comparer ces deux données pour conclure que les valeurs trouvées dans le groupe intervention sont bien dues au traitement lui-même, ce qui n'est pas le cas dans le groupe témoin puisque « p » est supérieur à 0,05.

➤ Au début de l'étude

Intervalle de confiance : [-0,05 à 0,35]. L'IC montre que les résultats ne sont pas statistiquement significatifs puisque l'intervalle comprend le « 0 ».

Taille de l'effet = 0,15. La taille de l'effet est faible.

➤ A la fin de l'étude

Intervalle de confiance : [-1,21 à -0,59]. L'IC montre que les résultats sont statistiquement significatifs puisque l'intervalle est entièrement négatif. De plus, les bornes de l'intervalle sont proches, prouvant que les résultats sont d'autant plus fiables.

Taille de l'effet = -0,9. La taille de l'effet du traitement reste cependant faible.

3.3.1.6 Love S, 2001

Pour cette étude, les valeurs de début et de fin d'étude ne sont pas indiquées, seuls les intervalles de confiance, taille d'effet du traitement et la valeur « p » sont mentionnées.

➤ À 3 mois

Intervalle de confiance : [-1,58 à -0,76]. L'IC montre que les résultats sont statistiquement significatifs puisque l'intervalle est entièrement négatif. De plus, les bornes de l'intervalle sont proches, prouvant que les résultats sont d'autant plus fiables.

Taille de l'effet = -1,17. La taille de l'effet est importante.

La valeur « p » est égale à 0,002. Étant inférieure à 0,05, cela signifie que les résultats sont statistiquement significatifs et sont en accord avec l'IC trouvé.

➤ À 6 mois

Intervalle de confiance : [-0,82 à -0,26]. L'IC montre que les résultats sont statistiquement significatifs puisque l'intervalle est entièrement négatif. De plus, les bornes de l'intervalle sont proches, prouvant que les résultats sont d'autant plus fiables.

Taille de l'effet = - 0,54. La taille de l'effet du traitement est faible.

La valeur « p » est égale à 0,016. Étant inférieure à 0,05, cela signifie que les résultats sont statistiquement significatifs et sont en accord avec l'IC trouvé.

3.3.1.7 Carey MT, 2003

Dans cette étude les valeurs mentionnées sont les moyennes intragroupes comparant les résultats obtenus avant et après le traitement. Elles sont de $- 0,09 \pm 0,78$ pour le groupe intervention à 6 mois post traitement, et de $0,43 \pm 0,81$ dans le groupe témoin concernant le Triceps Sural gauche.

On retrouve également les moyennes concernant les adducteurs de hanche gauches à 6 mois post traitement avec des valeurs de $-0,63 \pm 1,06$ pour le groupe intervention et de $1 \pm 0,76$ pour le groupe témoin.

Ces moyennes sont plus élevées à 6 mois post-traitement dans le groupe témoin que dans le groupe intervention.

Ces données étant intragroupes il ne nous ait pas possible de calculer les intervalles de confiance ou encore la taille de l'effet du traitement.

Seule la valeur « p » est donnée et est inférieure à 0,05. Ceci signifie que les résultats obtenus sont statistiquement significatifs.

3.3.2 Critère de jugement secondaire

Nous allons ici nous intéresser à l'évaluation de la fonction motrice globale grâce à la « Gross Motor Function Classification System » (GMFCS, Cf. Annexe 1) ou à la « Gross Motor Function Measure » (GMFM). Nous retrouvons cette évaluation dans 5 des 7 articles inclus.

3.3.2.1 Chatuverdi SK, 2013

Ici les thérapeutes ont utilisé la GMFM.

Les valeurs moyennes dans le groupe intervention sont passées de $0,44 \pm 0,19$ au début de l'étude à $0,50 \pm 0,17$ à la fin de l'étude.

Dans le groupe témoin ces valeurs sont passées de $0,52 \pm 0,08$ au début de l'étude à $0,59 \pm 0,09$ à la fin de l'étude.

Nous pouvons constater ici une faible augmentation des valeurs dans les 2 groupes.

Les valeurs « p » sont ici présentées pour chaque groupe au cours de l'étude. Elles évaluent donc les valeurs intragroupes permettant d'assurer que les résultats obtenus dans chaque groupe au cours de l'évolution du traitement sont statistiquement significatifs.

➤ Au début de l'étude

Intervalle de confiance : [-0,02 à 0,18]. L'IC montre que les résultats ne sont pas statistiquement significatifs.

Taille de l'effet = 0,08. La taille de l'effet du traitement est faible.

➤ A la fin de l'étude

Intervalle de confiance [0 à 0,18]. L'IC montre que les résultats sont statistiquement significatifs. De plus les bornes de l'intervalle sont proches permettant d'affirmer que les résultats obtenus sont d'autant plus fiables.

Taille de l'effet = 0,09. La taille de l'effet du traitement est faible.

3.3.2.2 Scholtes VA, 2006

Cette étude utilise la GMFM-66.

La valeur de départ dans le groupe intervention est $67,91 \pm 15,39$; dans le groupe témoin elle est de $65,90 \pm 11,37$.

Malheureusement les données en fin d'étude ne sont pas mentionnées dans l'article. Seuls sont fournis les intervalles de confiance et la taille de l'effet du traitement.

➤ Au début de l'étude

Intervalle de confiance : [-10,05 à 6,03]. L'IC montre que les résultats ne sont pas statistiquement significatifs.

Taille de l'effet = 2,01. La taille de l'effet est élevée.

➤ À 6 semaines

Intervalle de confiance : [-3,07 à 1,52]. L'IC montre que les résultats ne sont pas statistiquement significatifs.

Taille de l'effet = -0,77. La taille de l'effet est faible.

La valeur du « p » est égale à 0,5. Les résultats obtenus ne sont pas statistiquement significatifs. Ceci est en accord avec l'IC trouvé.

➤ À 12 semaines

Intervalle de confiance : [0,31 à 3,83]. L'IC montre que les résultats sont statistiquement significatifs.

Taille de l'effet = 2,07. La taille de l'effet est élevée.

La valeur du « p » est égale à 0,02. Étant inférieure à 0,05, cela signifie que les résultats obtenus sont statistiquement significatifs et sont en accord avec l'IC trouvé.

➤ À 24 semaines

Intervalle de confiance : [1,34 à 5,61]. L'IC montre que les résultats sont statistiquement significatifs.

Taille de l'effet = 3,48. La taille de l'effet est élevée.

La valeur du « p » est égale à 0,002. Étant inférieure à 0,05 les résultats obtenus sont statistiquement significatifs et sont en accord avec l'IC trouvé.

3.3.2.3 Çağlar Okur, 2019

Cette étude utilise la GMFCS.

Pour le groupe intervention les valeurs passent de $2,93 \pm 0,79$ au début de l'étude à $1,86 \pm 0,74$ à 4 semaines puis à $1,93 \pm 0,79$ à 12 semaines.

Concernant le groupe témoin les valeurs passent de $3,00 \pm 0,84$ au début de l'étude à $2,66 \pm 0,97$ à 4 semaines puis à $2,73 \pm 0,96$ à 12 semaines.

Nous pouvons constater ici diminution plus importante des valeurs dans le groupe intervention que dans le groupe témoin.

➤ Au début de l'étude

Intervalle de confiance [-0,54 à 0,68]. L'IC montre que les résultats ne sont pas statistiquement significatifs

Taille de l'effet = 0,07. La taille de l'effet est faible.

➤ À 4 semaines

Intervalle de confiance : [0,15 à 1,45]. L'IC montre que les résultats sont statistiquement significatifs. De plus, les bornes de l'intervalle de confiance sont proches prouvant que les résultats sont d'autant plus interprétables.

Taille de l'effet = 0,8. La taille de l'effet est faible.

La valeur du « p » est inférieure à 0,01. Étant inférieure à 0,05, cela signifie que les résultats obtenus sont statistiquement significatifs et sont en accord avec l'IC trouvé.

➤ À 12 semaines

Intervalle de confiance : [0,14 à 1,46]. L'IC montre que les résultats sont statistiquement significatifs. De plus, les bornes de l'intervalle sont proches prouvant que les résultats sont d'autant plus interprétables.

Taille de l'effet = 0,8. La taille de l'effet est faible.

La valeur du « p » est inférieure à 0,01. Les résultats obtenus sont statistiquement significatifs et sont en accord avec l'IC trouvé.

3.3.2.4 Ibrahim Al, 2007

Pas d'évaluation de la fonction motrice globale dans cette étude.

3.3.2.5 El-Etribi, 2004

Pas d'évaluation de la fonction motrice globale dans cette étude.

3.3.2.6 Love S, 2001

Cette étude utilise la GMFM. Malheureusement les valeurs de départ et de fin d'étude ne sont pas mentionnées dans cet article, seuls les intervalles de confiance et les tailles de l'effet du traitement apparaissent.

➤ À 3 mois

Intervalle de confiance : [1,3 à 8,3]. L'IC montre que les résultats sont statistiquement significatifs. Cependant les bornes de l'intervalle sont éloignées, les résultats sont donc peu représentatifs.

Taille de l'effet = 4,79. La taille de l'effet est élevée.

La valeur « p » est égale à 0,02. Étant inférieure à 0,05, cela signifie donc que les résultats obtenus sont statistiquement significatifs et en accord avec l'IC.

➤ À 6 mois

Intervalle de confiance : [2,3 à 7,6]. L'IC montre que les résultats sont statistiquement significatifs. Cependant les bornes de l'intervalle sont éloignées, les résultats sont donc peu interprétables et peu représentatifs de la population.

Taille de l'effet = 4,96. La taille de l'effet est élevée.

La valeur « p » est égale à 0,004. Étant inférieure à 0,05, cela signifie donc que les résultats obtenus sont statistiquement significatifs et en accord avec l'IC.

3.3.2.7 Carey MT, 2003

Les données de cette étude ne nous permettent pas de calculer l'intervalle de confiance. En effet, l'article nous propose la différence intra-groupe (pré et post traitement) mais pas intergroupe. La différence intergroupe étant une donnée essentielle manquante, il ne nous ait pas possible d'analyser et de réaliser une critique des résultats.

En outre la valeur « p » n'est pas non plus indiquée pour l'évaluation de la fonction motrice globale.

4 Discussion

4.1 Analyse des principaux résultats

4.1.1 Analyse des populations

Tous les participants de l'étude sont des enfants ayant un diagnostic posé de paralysie cérébrale. En effet, nous avons vu au début de cette revue que le diagnostic de cette pathologie peut être long et difficile, c'est pourquoi il est important de le notifier ici.

Les formes cliniques de la paralysie cérébrale sont différentes d'un article à l'autre : nous pouvons retrouver des diplégies spastiques dans les articles *Chatuverdi SK et al*, *Scholtes VA et al*, *Çaglar Okur*, *Carey TM* ; des hémiplegies spastiques dans les articles *Ibrahim Al et al* et *Love S, et al et Scholtes VA et al* ; ou encore quadriplégies spastiques dans l'article *Carey TM*. Les formes cliniques rencontrées dans l'article *El Etribi et al* ne sont cependant pas précisées.

Le fait d'observer l'évolution des différentes formes cliniques permet d'avoir une analyse plus large et plus globale des effets de la kinésithérapie à la suite des injections de toxine botulique et ainsi de ne pas se focaliser sur un seul type de population.

En outre, cette revue étant une revue pédiatrique, l'âge des participants ne doit pas dépasser 18 ans et cela a été respecté dans le choix des articles. De plus, il est nécessaire de rappeler qu'au plus les injections de toxine botulique sont réalisées précocement dans l'âge au plus nous avons de chance de retrouver une évolution favorable de la spasticité ainsi que de la fonction motrice globale. Rappelons tout de même que les injections de toxine botulique ne sont pas recommandées chez les enfants de moins de 2 ans.[23]

Ainsi dans les articles sélectionnés les moyennes d'âge vont de 3,43 ans à 9,46 ans mais les tranches d'âge elles varient de 2 à 13 ans.

Les plus petites moyennes d'âge sont retrouvées dans les articles *Chatuverdi SK et al*, *Ibrahim Al et al* et *El Etribi et al*. Dans les articles *Scholtes VA et al*, *Çaglar Okur* et *Love S, et al*, les moyennes d'âge varient de 6 à 9,5 ans.

Nous nous retrouvons là dans une situation délicate. En effet, le fait que les tranches d'âge dans les différents articles soient assez importantes peut constituer un point positif du fait que les populations soient donc plus représentatives de la réalité.

Cependant, cela peut également constituer un biais dans les résultats du fait de la différence d'évolution entre les enfants de 2 ans et ceux de 13 ans. Effectivement, leur croissance étant très différente, celle-ci a un impact majeur lors de la prise en charge kinésithérapique à la suite des injections dans ce type de pathologie.[25]

Il nous a donc possible ici de nous demander si ces différences d'âge relativement importantes peuvent avoir une influence sur les résultats retrouvés.

4.1.2 Analyse des interventions

L'intervention consiste donc ici en des injections de toxine botulique suivies d'un programme de kinésithérapie établi dans chaque étude.

Nous allons tout particulièrement nous intéresser aux doses injectées de toxine botulique dans chaque article où nous allons notamment remarquer la variabilité des doses.

Pour les articles *Çaglar Okur, Love S, et al, Scholtes VA et al* et *El Etribi et al* les doses varient de 3 à 6 unités/kg de poids corporel.

Cependant les doses sont plus importantes pour les articles *Ibrahim Al et al* avec des doses allant de 6 à 12 unités/kg de poids corporel ou encore *Carey TM* avec des doses allant de 8 à 20 unités/kg de poids corporel.

Pour l'étude *Chatuverdi SK et al*, il est spécifié des doses de 30 unités/kg de poids corporel.

Il est tout de même essentiel de noter qu'il n'est pas toujours possible d'identifier dans les articles, quel est le produit utilisé ou encore quelle méthode de dilution a pu être réalisée, ce qui pourrait peut-être expliquer les différences entre les doses injectées vues ci-dessus.

En effet, les méthodes de dilution ne sont pas présentées dans les articles *Carey TM* et *Chatuverdi SK et al*. Les produits injectés quant à eux ne sont indiqués que dans 3 articles : *Love S, et al, Ibrahim Al et al* et *Çaglar Okur*.

De plus le contexte de l'injection n'est pas forcément identique partout puisque dans seulement 2 études (*Carey TM et Scholtes VA et al*), les enfants ont une anesthésie générale, dans une autre (*Love S, et al*) une crème anesthésiante à appliquer sur le site de l'injection ainsi que l'administration orale de Midazolam^{®15} ont été prescrites.

Pour le reste des études, aucune information n'est communiquée à ce sujet.

Il est tout de même important de noter que les doses injectées de toxine botulique sont dépendantes de différents facteurs. En effet, le poids du patient, le nombre de muscles injectés, la sévérité de la spasticité, la taille des muscles injectés ainsi que le type de toxine utilisée influent sur la dose.

De plus, dans le cas de premières injections, des doses relativement basses sont recommandées : 3 à 8 unités/kg de poids corporel pour le BOTOX[®] sans dépasser 300 unités par session ; 10 unités/kg de poids corporel lors d'injections unilatérales et 20 unités/kg de poids corporel lors d'injections bilatérales sans dépasser 1000 unités par session pour le DYSPORT[®]. [26].

Néanmoins, ces différences parfois importantes, n'influeraient-elles donc pas sur les résultats des études ?

À ces injections s'ajoute ensuite une prise en charge kinésithérapique qui est, dans tous les articles, identique entre le groupe intervention et le groupe témoin. Ces programmes d'exercices ne sont cependant pas identiques entre les différentes études, ils seront décrits en détails ci-dessous (cf. partie 4.1.3).

¹⁵ Le Midazolam est un médicament hypnotique et sédatif ayant une action myorelaxante, anti-convulsivante et anxiolytique. <https://www.vidal.fr/medicaments/substances/midazolam-2380.html>

4.1.3 Analyse des comparateurs

Ici le comparateur n'est autre que de la kinésithérapie n'étant pas précédée d'injections de toxine botulique. Nous allons pouvoir constater la variabilité des programmes proposés dans les différentes études.

En effet nous retrouvons une certaine fluctuation quant au contenu des programmes, au nombre de séances par semaine ou encore quant à la durée des séances.

Le nombre de séances varie en moyenne de 3 à 5 par semaine comme indiqué dans les articles *Scholtes VA et al*, *Çaglar Okur*, *Ibrahim Al et al* ou encore *El Etribi et al*. Dans les trois autres articles, ces données ne sont pas mentionnées.

Concernant la durée des séances, celle-ci aussi est également variable. De 30 minutes retrouvées pour l'article *Chatuverdi SK et al*, à 45-60 minutes pour l'article *Scholtes VA et al*, à 1 heure pour les articles *Ibrahim Al et al*, *El Etribi et al*, et jusqu'à 2h pour l'article *Çaglar Okur*.

Pour ce qu'il en est de l'article *Carey TM*, il est indiqué que le groupe intervention a réalisé 27,8 heures de kinésithérapie contre 20,9 heures pour le groupe témoin sur une période de 6 mois ce qui correspondrait à environ 1h de kinésithérapie par semaine.

Enfin l'article *Love S, et al* ne donne aucune indication si ce n'est que les programmes sont identiques entre les deux groupes et identiques également à la kinésithérapie que les participants réalisaient déjà avant le début de l'étude.

Concernant maintenant le contenu même des programmes de kinésithérapie proposés, nous allons observer également des différences relativement importantes entre les articles que ce soit sur les techniques et méthodes employées ou sur l'intensité des exercices.

Par exemple l'hydrothérapie est utilisée dans 2 articles (*Ibrahim Al et al*, *Carey TM*), la thérapie neuro-développementale et l'éducation conductrice ne sont rencontrées que dans l'article *Carey TM*, des exercices d'équilibre et des exercices inspirés de la méthode Bobath sont eux retrouvés dans l'article *Çaglar Okur*.

Les seuls points communs qu'il nous soit possible d'identifier sont la présence d'exercices de renforcement musculaire, d'étirements et de mobilisation dans la quasi-totalité des articles (seule l'étude *Carey TM* n'utilisent pas ces outils, quant à l'article *Love S, et al* il ne nous ait donné aucune information quant à la rééducation proposée).

Cependant les intensités de travail peuvent se trouver différentes lors des exercices de renforcement musculaire où certains thérapeutes utilisent des poids comme dans les articles *Chatuverdi SK et al*, *Çaglar Okur* et *El Etribi et al*.

En outre les durées des étirements réalisés ne sont pas nécessairement indiquées.

Enfin il est noté dans certaines études, l'ajout de plâtres comme pour l'article *Scholtes VA et al*, et d'orthèses et/ou d'aides à la marche comme dans les articles *Çaglar Okur* et *Carey TM*.

En conclusion, nous observons tout de même une grande variabilité dans les programmes de kinésithérapie proposés, c'est pourquoi il nous ait possible de nous questionner sur l'influence de ceux-ci quant aux résultats obtenus pour chaque étude.

4.1.4 Analyse des critères de jugement

4.1.4.1 Critère de jugement principal : la spasticité

La spasticité est évaluée dans 5 articles des 7 inclus : *Ibrahim Al et al*, *Love S, et al*, *Çaglar Okur*, *El Etribi et al*, *Carey TM*. Rappelons que ce critère de jugement est évalué avec l'échelle d'Ashworth modifiée (Cf. Annexe 3).

En comparant ces 5 études, la première chose importante à noter ici est la durée au bout de laquelle les données ont été récoltées. En effet, en sachant que la toxine botulique a un effet limité dans le temps (entre 3 et 6 mois) et que cet effet diminue également au cours de cette période [23], il est absolument nécessaire de comparer au mieux les études en prenant en compte cet aspect.

Tout d'abord, si nous observons d'une manière globale les 4 articles *Ibrahim Al et al*, *Love S, et al*, *Çaglar Okur* et *El Etribi et al* nous retrouvons une diminution de la spasticité dans le groupe intervention en comparaison au groupe témoin.

Une de ces études permet tout d'abord d'évaluer de manière précoce l'efficacité de l'intervention. En effet l'article *Çaglar Okur* nous offre un intervalle de confiance de [- 2,71 à - 1,53] 4 semaines après le début de l'étude. Nous constatons que les bornes de cet intervalle sont assez proches permettant de dire que les résultats sont représentatifs de la population. De plus la taille de l'effet du traitement étant égale à - 2,12, est assez élevée et est comprise dans l'intervalle de confiance.

Ces données sont statistiquement significatives mais ne peuvent malheureusement pas être comparées à d'autres données puisque c'est la seule étude présentant des résultats à cette période.

Ensuite, comme les données l'indiquent dans la partie « 3.3.1 Critère de jugement principal », les valeurs de spasticité passent de $3,33 \pm 0,723$ à $1,2 \pm 0,774$ à 3 mois dans l'article *Çaglar Okur*. On retrouve donc une diminution de plus de la moitié de la valeur initiale tout comme dans l'article *El Etribi et al* où la valeur initiale passe de $1,93 \pm 0,27$ à $0,89 \pm 0,59$, 3 mois après le début de l'étude dans le groupe intervention.

Dans les groupes témoins, ne recevant que de la kinésithérapie sans injections de toxine botulique au préalable, les valeurs n'évoluent pas ou très peu.

Certes ces données indiquent une diminution de la spasticité, cependant il est important de spécifier que les résultats obtenus dans ces 4 études sont tous statistiquement significatifs. Ces termes peuvent être expliqués par deux éléments : l'étude présente une valeur « p » inférieure à 0,05 ou inférieure à une valeur présentée dans l'étude, et/ou (en fonction des données qui sont en notre possession), présente un intervalle de confiance qui ne comprend pas le « 0 », c'est-à-dire qui est soit entièrement positif, soit entièrement négatif.

Lorsque les données nous le permettent, il est préférable d'extraire ou de calculer l'intervalle de confiance nous offrant plus d'informations que la valeur « p ».

En effet, nous allons le voir, certains résultats offrent des intervalles plus réduits que d'autres, par exemple, toujours 3 mois après le début des études, nous retrouvons [-3,38 à -1,96] pour l'article *Çaglar Okur*, [-1,21 à -0,59] dans l'article *El Etribi et al* et enfin [-1,58 à -0,76] dans l'étude *Love S, et al*.

A noter qu'au plus les bornes de l'intervalle de confiance sont proches, au plus les résultats peuvent être extrapolés à la population réelle. De cette information il nous est possible de conclure que les résultats obtenus dans l'article *El Etribi et al* sont plus représentatifs de la population que ceux retrouvés pour *Love S, et al* ou encore *Çaglar Okur* dont l'intervalle est encore plus large.

Il y a cependant un autre point à ne pas oublier : la taille de l'effet du traitement. Au plus celle-ci est élevée au plus le traitement fonctionne véritablement, si et seulement si, elle est comprise dans les bornes de l'intervalle de confiance.

Lorsque nous comparons ces tailles d'effet entre les 3 articles cités, nous observons une différence plus ou moins importante de ces valeurs. Par ordre décroissant (en prenant en compte la valeur absolue) l'article *Çaglar Okur* nous offre une taille d'effet égale à -2,67, l'article *Love S, et al* une taille d'effet égale à -1,17 et l'article *El Etribi et al* une taille d'effet égale à -0,9.

A noter que ces valeurs sont toutes comprises dans les intervalles de confiance.

En ayant réalisé une analyse il est ici possible de conclure, qu'en effet, les injections de toxine botulique suivies d'une prise en charge kinésithérapique ont eu un impact positif sur la spasticité 3 mois après le début de l'étude. Seulement il nous est possible d'observer la différence d'effet des traitements qui peut varier du simple au triple entre les différentes études.

Observons maintenant l'évolution que nous pouvons retrouver 6 mois après le début de l'étude dans les articles *Love S, et al*, *Ibrahim Al et al* et *Carey TM*. Rappelons qu'au plus nous nous éloignons des injections au plus leurs effets diminuent, nous serions donc en mesure d'attendre des résultats inférieurs à ceux précédemment évoqués.

D'un point de vue général, il nous apparaît que les valeurs de la spasticité ont diminué dans l'article *Ibrahim Al et al*.

En effet elles passent de $7 \pm 1,4$ à $5,3 \pm 1,2$ pour le groupe ayant reçu les injections de toxine botulique dans les muscles Gastrocnémiens, de $6,9 \pm 1,2$ à $5,3 \pm 1$ pour le groupe ayant reçu les injections dans les muscles adducteurs de hanche, et de $6,9 \pm 1,3$ à $3,4 \pm 1,1$ pour le groupe ayant reçu les injections dans les deux groupes musculaires. Pour le groupe témoin, les valeurs n'ont pas évolué.

L'article *Love S, et al* n'énumère pas tous leurs résultats comme présentés ci-dessus, il ne sera donc pas possible de les comparer.

En outre, l'ensemble des résultats retrouvés dans les 3 études présentées plus haut sont recevables puisqu'ils sont statistiquement significatifs. En effet, les intervalles de confiance 6 mois après le début des différentes études ne comprennent pas le 0.

De plus, leurs bornes peuvent être très proches comme dans l'article *Love S, et al* où l'on retrouve [-0,82 à -0,26] ceci prouvant que les résultats de cette étude peuvent être extrapolés plus facilement à la population réelle en comparaison à l'article *Ibrahim Al et al* où

l'on retrouve [-2,64 à -0,76] pour le groupe A, [-2,57 à -0,83] pour le groupe B et [-4,5 à -2,7] pour le groupe C montrant des intervalles plus larges et donc moins représentatifs de la population.

Enfin, l'effet du traitement étant représenté par sa taille, varie également entre les articles : de -0,54 pour l'étude *Love S, et al*, à -1,7 pour les groupes A et B et -3,6 pour le groupe C de l'article *Ibrahim Al et al*.

Il est possible de conclure que l'on retrouve un meilleur effet des injections associées au programme de kinésithérapie proposé dans l'article *Ibrahim Al et al* que dans l'article *Love S, et al*.

L'article *Carey TM* ne nous donnant pas de valeurs exploitables, il ne pourra pas être comparé aux autres études.

En conclusion, il nous est possible de dire que l'on retrouve une diminution significative de la spasticité dans 4 des 5 articles présentant ce critère de jugement. En effet, les injections de toxine botulique suivies d'un programme de kinésithérapie permettent de réduire la spasticité.

Cependant nous avons pu constater des disparités parfois importantes entre la taille de l'effet des différents traitements obtenus à 3 mois et à 6 mois après le début des études. Ceci pourrait peut-être s'expliquer par la forte variabilité que l'on retrouve entre les différents programmes de kinésithérapie proposés dans les études, et ainsi amener à la conclusion que certaines techniques et méthodes de prise en charge seraient plus efficaces que d'autres pour la diminution de la spasticité.

En outre, il est essentiel de mettre en balance les résultats obtenus avec la qualité méthodologique de chaque article. En effet, l'article *Çaglar Okur* présente un score Pedro de 8/10 et l'article *Ibrahim Al et al* un score de 6/10. En sachant qu'il est difficile, si ce n'est pas impossible, que les thérapeutes, les patients et les examinateurs soient en aveugle ici, ceci entraîne une amputation de 3 points sur le score final. De ce fait pour ces 2 articles, nous pouvons conclure d'une bonne qualité méthodologique.

Cependant les articles *El Etribi et al* et *Love S, et al* ont, eux, un score Pedro de 5/10. Ceci diminue ainsi la qualité des résultats présentés et remet donc en question la conclusion que nous pouvons en tirer.

4.1.4.2 Critère de jugement secondaire : la fonction motrice globale

La fonction motrice globale est évaluée dans 5 articles des 7 inclus : *Love S, et al*, *Chatuverdi SK et al*, *Scholtes VA et al*, *Çaglar Okur* et *Carey TM*. Rappelons que ce critère de jugement est évalué grâce à la « Gross Motor Function Classification System » (GMFCS) ou la « Gross Motor Function Measure » (GMFM).

De même que précédemment, nous allons comparer les différents résultats en faisant attention au terme duquel les données ont été récoltées.

Dans 2 études certaines données ont été récoltées assez précocement. Cependant, les valeurs, notamment de l'article *Scholtes VA et al* ne sont pas significatives statistiquement

puisque l'intervalle de confiance est [-3,07 à 1,52] et donc comprend le « 0 ». De plus la taille de l'effet du traitement est négative ce qui voudrait signifier que le traitement a eu un effet délétère sur la fonction motrice globale à 6 semaines post-traitement.

L'article *Çaglar Okur* présente lui un intervalle de confiance permettant d'affirmer que les valeurs sont statistiquement significatives : [0,15 à 1,45]. Cependant la taille de l'effet du traitement reste faible, 0,8.

De ce fait, à court terme il nous paraît impossible ici d'annoncer l'effet positif ou négatif du traitement.

3 mois après le début des études, les valeurs ont continué d'évoluer pour l'article *Scholtes VA et al* avec cette fois-ci un intervalle de confiance statistiquement significatif : [0,31 à 3,83]. La taille de l'effet a également augmenté passant à 2,07 (elle est donc comprise dans l'intervalle).

Cependant, les valeurs de l'article *Çaglar Okur*, n'ont pas évoluées tant du point de vue de l'intervalle de confiance, que sur la taille de l'effet du traitement. Effectivement nous le remarquons quant aux données qui sont mentionnées : les valeurs passent de $2,93 \pm 0,79$ à $1,86 \pm 0,74$ à 4 semaines puis à $1,93 \pm 0,79$ à 12 semaines pour le groupe intervention ; et de $3 \pm 0,84$ à $2,66 \pm 0,97$ à 4 semaines et enfin à $2,73 \pm 0,96$ pour le groupe témoin.

Entre 4 et 12 semaines, les valeurs n'ont donc pas évolué de manière importante ce qui explique que les intervalles de confiance et la taille de l'effet du traitement n'aient pas évolué non plus.

L'étude *Love S, et al* a réalisé la première récolte des données 3 mois après le début du traitement. Les valeurs trouvées sont encore bien différentes de celles des 2 articles précédents. En effet, l'intervalle de confiance est ici très large [1,3 à 8,3] et aussi significatif. Par contre la taille de l'effet du traitement est bien plus élevée : 4,79.

A 3 mois du début des études, il est possible de noter la variabilité des résultats obtenus notamment concernant la taille de l'effet du traitement, très faible pour l'article *Çaglar Okur*, plus élevé pour l'article *Scholtes VA et al* et encore plus important pour l'article *Love S, et al*.

Enfin, 3 articles nous offrent des résultats 6 mois après le début des études : *Scholtes VA et al*, *Love S, et al* et *Chatuverdi SK et al*.

Nous allons encore pouvoir constater une forte hétérogénéité entre les résultats. En effet, l'article *Chatuverdi SK et al* nous offre un intervalle de confiance très réduit [0 à 0,18] en comparaison à celui de *Scholtes VA et al* [1,34 à 5,61], ou enfin de *Love S, et al* [2,3 à 7,6] qui est encore plus large. Cela signifierait que les résultats obtenus dans l'article *Love S, et al* seraient donc beaucoup moins représentatifs de la population que ceux de *Chatuverdi SK et al*.

De plus, la taille de l'effet du traitement dans les différentes études est fortement variable. En effet, dans l'article *Chatuverdi SK et al*, la taille de l'effet n'est égale qu'à 0,09. Ceci se retrouve dans les valeurs données par l'auteur où l'on constate une évolution de $0,44 \pm 0,19$ à $0,5 \pm 0,17$ à 6 mois post traitement dans le groupe intervention contre un départ à

0,52 ± 0,08 qui évolue à 0,59 ± 0,09 à 6 mois post traitement dans le groupe témoin. Nous observons une évolution similaire dans les deux groupes.

En comparaison l'écart est beaucoup plus important dans l'article *Scholtes VA et al* où l'on note la taille de l'effet étant égale à 3,48, ou plus élevée encore dans l'article *Love S, et al* où l'on retrouve une taille d'effet égale à 4,96.

Toutes ces valeurs ici sont donc statistiquement significatives au regard de leurs intervalles de confiance. Cependant il existe une très grande variabilité quant à l'effet du traitement qui peut être quasiment nul dans certains cas à très élevé dans d'autres.

L'étude *Carey TM* n'a pas pu être mis en comparaison avec les autres articles puisqu'elles ne présentaient pas de données interprétables.

Il est donc ici difficile de conclure de l'effet du traitement. En effet, tant il était clair que l'intervention avait un impact positif sur la spasticité, tant il n'est pas possible ici d'assurer avec certitude l'effet positif ou négatif de l'intervention.

Les chiffres laissent à penser qu'une action plutôt positive serait notable à partir de 3 mois post traitement et d'autant plus à 6 mois. Seulement toutes les études ne s'accordent pas sur ce point.

Cela remet donc en question l'efficacité de la toxine botulique quant à l'augmentation de la fonction motrice globale. S'il n'existe pas de grande différence entre le groupe intervention et le groupe témoin sur ce critère de jugement, cela pourrait nous amener à nous questionner sur la nécessité plutôt d'une prise en charge kinésithérapique isolée évitant ainsi certains effets contraignants et délétères liés à l'usage de la toxine.

En outre, comme réalisé précédemment, il est nécessaire d'observer la qualité méthodologique des différentes études afin de réaliser une critique des résultats obtenus. Comme énoncé plus haut, il est difficile que les patients, les thérapeutes et les examinateurs soient en aveugle dans cette revue ce qui entraîne la perte de 3 points sur le score Pedro final.

Seul l'article *Çaglar Okur* présente les thérapeutes en aveugle lui permettant d'avoir un score de 8/10, l'article *Scholtes VA et al* présente lui un score de 6/10, en comparaison aux articles *Chatuverdi SK et al* et *Love S, et al* qui ont des scores de 5/10.

Du fait des scores plutôt bas de ces 2 derniers articles, cela remet en doute les résultats qui ont été énoncés. Les résultats étant les plus recevables sont donc ceux de l'article *Çaglar Okur*.

4.2 Applicabilité des résultats en pratique clinique

L'acquisition de valeurs statistiquement significatives ne signifie pas que les résultats soient cliniquement significatifs. En effet, pour que les résultats soient applicables en pratique clinique il est essentiel de prendre en compte la balance entre les bénéfiques et les effets indésirables liés au traitement et également au coût, au sens large du terme, qu'il engendre pour le patient mais également pour le thérapeute.

4.2.1 Balance bénéfiques / effets indésirables

Il paraît essentiel de réaliser un comparatif entre les bénéfices qui peuvent être apportés par le traitement et ses effets secondaires.

En effet, les injections de toxine botulique ne sont pas anodines. Elles peuvent provoquer des réactions locales telles que des érythèmes, des hématomes ou des douleurs au niveau du site d'injection. De plus d'une manière plus systémique on peut retrouver de la fatigue, des nausées, un syndrome pseudo-grippal, une sécheresse buccale ou encore une constipation. [27]

Tous ces éléments sont à prendre en compte puisqu'ils peuvent plus ou moins fortement altérer le quotidien de l'enfant compte tenu de la pathologie sous-jacente déjà parfois épuisante.

En outre, il est important de souligner la nécessité de répétitions plusieurs fois dans l'année de ces injections afin d'en augmenter leur efficacité. Ceci signifie donc une augmentation du risque de survenue des effets indésirables cités ci-dessus, mais également une répétition d'une anesthésie générale, d'une analgésie transitoire ou dans une moindre mesure d'une application d'une crème anesthésiante localement.

Évidemment ces anesthésies ont-elles-mêmes des effets secondaires plus ou moins fréquents tels que les nausées, vomissements ou perte d'appétit.[28]

Ainsi la liste d'effets indésirables qui peuvent probablement se produire à la suite des injections devient de plus en plus importante.

Cependant, certaines études présentes dans cette revue, ont inclus dans leur critère de jugement le ressenti des parents à la suite des injections de toxine botulique.

En effet, l'article *Scholtes VA et al* présente un « score de problèmes » étant une échelle de 11 items, chaque item devant être noté entre 0 et 10, « 0 » signifiant « aucun problème » et « 10 » signifiant « problème majeur ». Il a été montré qu'une diminution significative de ce score a été trouvée dans le groupe intervention (ayant donc reçu les injections de toxine botulique suivies d'un programme de kinésithérapie) en comparaison au groupe témoin.

Cette amélioration s'est également retrouvée dans l'article *Love S, et al* où l'on retrouve l'évaluation de la satisfaction parentale qui est posée sous la forme d'une question : « Dans quelles mesures êtes-vous satisfaits des progrès réalisés par votre enfant au cours des 6 derniers mois ? ». La réponse est donnée sur une échelle allant de 0 à 10 points, « 0 » signifiant « aucun progrès », et « 10 » signifiant des « progrès majeurs ». Il nous a été possible de constater que les notes accordées sont élevées et plus importantes dans le groupe intervention que dans le groupe témoin.

Enfin, cette satisfaction est également rencontrée dans l'article *Carey TM* qui confirme les conclusions précédentes. Dans cette étude les parents ont reçu un questionnaire portant spécifiquement sur les effets de la toxine botulique sur leurs enfants.

Leurs résultats sont sans appel, la majorité des parents (36 sur 47 à 3 mois et 35 sur 43 à 6 mois) décrivent les effets comme « bons », « très bons » ou « excellents ».

A noter que tous ces résultats sont statistiquement significatifs puisque « p » est inférieur à 0,05 dans les 3 études pour ce critère de jugement.

De ce fait en prenant en compte ce paramètre ceci met en balance les effets indésirables qui peuvent se produire (puisqu'il rappelle qu'un effet indésirable ne se produit pas de manière obligatoire) par rapport à la satisfaction parentale et aux progrès que peut réaliser l'enfant.

Certes, par exemple, 7 enfants sur 23 ont eu des douleurs encore 3 mois après l'injection, puis 4 six mois après dans l'article *Carey TM*, pour autant, dans cette même revue la majorité des parents étaient très satisfaits des progrès de leurs enfants.

Dans ce cas, n'est-il pas acceptable de prendre le risque de développer certains effets indésirables, bien souvent mineurs, afin d'obtenir une amélioration plus importante de l'état général de l'enfant ?

Ici nous n'avons pas de données provenant directement des enfants eux-mêmes mais il est évidemment difficile d'en obtenir du fait de leur jeune âge et n'oublions pas qu'étant mineurs, l'autorité parentale est de ce fait incontournable.

4.2.2 Coût pour le patient

Si l'on parle du coût économique que cela engendre, une étude, *F. Schasfoort et al*, [29] nous montre ici la différence entre une prise en charge en kinésithérapie intensive seule et une prise en charge en kinésithérapie intensive additionnée aux injections de toxine botulique. La différence de prix à terme est flagrante : 8 963 euros pour un enfant ayant reçu des injections et une kinésithérapie intensive contre 6 182 euros pour un enfant n'ayant reçu que la kinésithérapie intensive. Ces valeurs sont statistiquement significatives puisque « p » est ici inférieur à 0,001.

A noter que dans ces valeurs sont comprises : le plan de traitement, la kinésithérapie intensive, les plâtres et/ou orthèses nécessaires, la perte de productivité et le déplacement des parents, ainsi que, pour le groupe concerné, les injections de toxines.

De ce fait, le coût pour les parents dont les enfants ont reçu les injections, est 2 781 euros plus élevé que ceux ne les ayant pas reçus.[29]

En outre, la prise en charge d'une partie de ces injections est assez récente puisque la Haute Autorité de Santé (HAS) a autorisé le remboursement de ces actes chez les enfants de plus de 2 ans seulement depuis 2015.[30]

A noter que le remboursement, en France, de la part de la sécurité sociale est à hauteur de 93,01 euros par séance d'injection de toxine botulique sans examen électromyographique¹⁶ et de 116,64 euros par séance d'injection de toxine botulique avec examen électromyographique.¹⁷

Ceci constitue donc un coût majeur, sur le plan économique, pour les parents.

¹⁶ https://www.ameli.fr/accueil-de-la-ccam/trouver-un-acte/prise-en-charge-acte.php?code=PCLB002&date_effet=28%2F12%2F2007&activite=1&phase=0

¹⁷ https://www.ameli.fr/accueil-de-la-ccam/trouver-un-acte/prise-en-charge-acte.php?code=PCLB003&date_effet=25%2F01%2F2011&activite=1&phase=0#

4.2.3 Coût pour le thérapeute

Si nous prenons en compte les programmes de kinésithérapie des différentes études incluses dans cette revue nous retrouvons peu de techniques ou méthodes nécessitant un matériel particulier.

En effet, le principal outil du kinésithérapeute est ses mains puisque dans la majorité des études, les techniques utilisées sont la mobilisation, des étirements ou encore du renforcement musculaire.

Des outils supplémentaires tels que des plâtres et/ou orthèses peuvent parfois être demandés.

La rééducation nécessitant un budget plus important de la part du kinésithérapeute est l'hydrothérapie. Cela requiert donc une balnéothérapie sur le lieu de la prise en charge. Cependant ce type de rééducation reste tout de même moins fréquente.

4.3 Qualité des preuves

Afin de réaliser une analyse de la qualité des preuves nous allons utiliser les grades de recommandations fournis par la Haute Autorité de Santé.

Selon l'Has :

- « Une recommandation de grade A est fondée sur une preuve scientifique établie par des études de fort niveau de preuve tels que des essais cliniques randomisés de forte puissance et sans biais majeur, méta-analyse d'essais contrôlés randomisés
- Une recommandation de grade B est fondée sur une présomption scientifique fournie par des études de niveau intermédiaire de preuve tels que des essais comparatifs, des essais cliniques randomisés de faible puissance ou des études de cohorte.
- Une recommandation de grade C est fondée sur des études de moindre niveau de preuve telles que des études cas-témoins ou série de cas ».[31]

La recommandation de grade A correspond à un niveau de preuve scientifique de niveau 1 ; la recommandation de grade B à un niveau de preuve de niveau 2 et la recommandation de grade C peut correspondre à un niveau de preuve de niveau 3 et 4 tel que le décrit le tableau ci-dessous.

Grades de recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
A Preuve scientifique établie	Niveau 1 : <ul style="list-style-type: none"> - Essais comparatifs randomisés de forte puissance - Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés - Analyse de décision fondée sur des études bien menées
B Présomption scientifique	Niveau 2 : <ul style="list-style-type: none"> - Essais comparatifs randomisés de faible puissance - Études comparatives non randomisées bien menées - Études de cohorte
C Faible niveau de preuve	Niveau 3 : <ul style="list-style-type: none"> - Études cas-témoins
	Niveau 4 : <ul style="list-style-type: none"> - Études comparatives comportant des biais importants - Études rétrospectives - Série de cas - Études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale)

Tableau 5 : Grade de recommandations et niveau de preuve [31]

Cette revue de littérature a un niveau de preuve de niveau 2 et correspond donc à un grade B de recommandation soit à une présomption scientifique.

4.4 Biais potentiels de la revue

Les biais de cette revue de littérature ont été évalués grâce à l'échelle AMSTAR [32]. Nous allons ici reprendre les items les uns après les autres afin de répondre de manière précise.

Item 1 : Un plan de recherche a priori est-il fourni ?

→ La question de recherche et les critères d'inclusion sont présentés au début de la revue. La réponse est **oui**.

Item 2 : La sélection des études et l'extraction des données ont-ils été confiés à au moins deux personnes ?

→ Étant seule à réaliser cette revue de littérature, j'ai également été la seule à sélectionner les articles et à réaliser l'extraction des données. La réponse est **non**.

Item 3 : La recherche documentaire est-elle exhaustive ?

→ J'ai utilisé plusieurs bases de données différentes (PubMed, Pedro, Cochrane) et également des mémoires d'étudiants, constituant la littérature grise. La réponse est **oui**.

Item 4 : La nature de publication (littérature grise, par exemple) était-elle un critère d'inclusion ?

→ Ayant exclus des articles sur la base de la langue, la réponse est **non**.

Item 5 : Une liste des études (incluses et exclues) est-elle fournie ?

→ Elles sont retrouvées en Annexes (cf. Annexe 5 : Études exclues) et dans un tableau de la partie 3.1.3 (cf. Tableau 2 : Études incluses). La réponse est **oui**.

Item 6 : Les caractéristiques des études incluses sont-elles indiquées ?

→ Elles sont retrouvées en Annexes (cf. Annexe 6 : Études incluses). La réponse est **oui**.

Item 7 : La qualité scientifique des études incluses a-t-elle été évaluée et consignée ?

→ La qualité des différents articles a été évalué grâce à l'échelle Pedro (cf. Partie 3.2.1, Tableau 3). La réponse est **oui**.

Item 8 : La qualité scientifique des études incluses dans la revue a-t-elle été utilisée adéquatement dans la formulation des conclusions ?

→ Les résultats obtenus ont été mis en balance avec le score Pedro obtenu des différentes études. La réponse est **oui**.

Item 9 : Les méthodes utilisées pour combiner les résultats des études sont-elles appropriées ?

→ Étant donné que je n'ai pas réalisé de méta-analyse de mes résultats cette question est **sans objet**.

Item 10 : La probabilité d'un biais de publication a-t-il été évalué ?

→ Ayant inclus moins de 10 études dans ma revue de littérature, il n'est pas possible d'évaluer un biais de publication. La réponse est **oui**.

Item 11 : Les conflits d'intérêts ont-ils été déclarés ?

→ La réalisation de cette revue n'a reçu aucun soutien financier. La réponse est **oui**.

Le score final obtenu correspond à la qualité méthodologique de cette revue de littérature est de : **8/11**.

Au plus le score final est élevé au plus la qualité méthodologique de la revue l'est également. Un score de 0 à 3 évoque une qualité méthodologique faible, de 3 à 7 la qualité est moyenne, enfin de 8 à 11, la qualité est élevée.

Ici la qualité méthodologique de cette revue de littérature est donc **élevée**.

5 Conclusion

L'objectif de cette revue était donc d'évaluer l'évolution de la spasticité et de la fonction motrice globale avec une prise en charge en kinésithérapie à la suite ou non d'injections de toxine botulique.

De cette revue de littérature il nous ait possible d'en tirer une implication pour la pratique clinique mais également pour la recherche.

5.1 Implication pour la pratique clinique

Au vu des résultats et de leur analyse, ainsi que de la prise en compte des différents biais, il ne nous ait pas possible de tirer des conclusions certaines quant à l'évolution de la spasticité mais surtout de la fonction motrice globale.

En effet, les données sembleraient pencher en faveur d'une diminution significative de la spasticité dans l'ensemble des études, la taille de l'effet des différents traitements, bien que variable, restante positive. Cependant, le faible nombre de participants aux études, la présence de biais et de ce fait le score pedro parfois bas des articles nous permet de remettre en doute ces résultats qui ne sont donc pas représentatifs de la population réelle.

Concernant la fonction motrice globale, les données sont beaucoup plus variables. Bien que les résultats restent positifs, la taille de l'effet des différents traitements varie beaucoup plus que ceux concernant la spasticité. En effet, elles peuvent évoluer du simple au triple entre les différentes études. En outre, tout comme la spasticité, le nombre de participants aux études est faible et la présence de biais reste importante, ne nous permettant pas de ce fait d'être assurés quant à la réalité clinique des résultats.

De plus, les différences de résultats entre l'intervention et le comparateur ne sont parfois pas si évidentes, permettant de se demander si, pour ce critère de jugement, les injections de toxine botulique sont réellement utiles à l'amélioration de la fonction motrice globale.

En conclusion, les résultats sembleraient être en faveur des injections de toxine botulique associées à un programme de kinésithérapie pour l'évolution de la spasticité, bien que peu représentatifs de la population réelle. Cependant il semble qu'une différence moins évidente soit notable concernant la fonction motrice globale et remet ainsi en cause l'intervention en faveur de la prise en charge kinésithérapique isolée.

5.2 Implication pour la recherche

Du fait des données présentées, il serait intéressant de réaliser de nouvelles études avec un nombre de participants plus important afin que les résultats soient plus représentatifs de la population réelle.

En outre, une qualité méthodologique plus élevée permettrait également d'enrichir la fiabilité des résultats. Bien que la mise en aveugle des patients et des thérapeutes semble difficile entraînant la présence du biais de suivi, les biais de résultats et de sélection pourraient être, eux, évités grâce par exemple à l'analyse des résultats en intention de traiter et à

l'assignation secrète des participants. Ceci permettrait d'apporter une valeur statistique mais également clinique plus importante.

De plus, il est essentiel de soulever que la kinésithérapie est primordiale à la suite des injections de toxine botulique, c'est également pourquoi il est difficile si ce n'est pas impossible de trouver des études où les injections ne sont pas suivies de kinésithérapie.

En effet, les injections de toxine botulique sont réalisées dans le but de diminuer la spasticité mais également afin de potentialiser les effets de la kinésithérapie. C'est pourquoi il serait intéressant de réaliser de nouvelles études afin de mettre en avant ce point essentiel.

Bibliographie

- [1] National Guideline Alliance (Great Britain), National Institute for Health and Care Excellence (Great Britain), and Royal College of Obstetricians and Gynaecologists (Great Britain), *Cerebral palsy in under 25s : assessment and management : full guideline*. .
- [2] F. Heran and A. Gastal, "Presentation of a handicap, impairment and disability: The example of cerebral palsy," *J. Radiol.*, vol. 91, no. 12 C2, pp. 1352–1359, 2010, doi: 10.1016/s0221-0363(10)70215-8.
- [3] N. Wimalasundera and V. L. Stevenson, "Cerebral palsy," *Pract. Neurol.*, vol. 16, no. 3, pp. 184–194, 2016, doi: 10.1136/practneurol-2015-001184.
- [4] R. Vasseur and H. Devenir, "Un modèle pour l' étude du développement précoce et ses troubles La diplégie spastique : dépistage précoce et prévention Un modèle pour l' étude du développement précoce et ses troubles Spastic diplegia : early detection and prevention," *Distribution*, vol. 21, 2009.
- [5] K. Vitrikas, H. Dalton, and D. Breish, "Cerebral palsy: An overview," *Am. Fam. Physician*, vol. 101, no. 4, pp. 213–220, 2020.
- [6] A. Fontaine, "Quelle rééducation en kinésithérapie pour la paralysie cérébrale de l'enfant ?," 2019. <https://www.ordremk.fr/actualites/patients/quelle-reeducation-en-kinesitherapie-pour-la-paralysie-cerebrale-de-lenfant/>.
- [7] A. Renders, "Secondary orthopedic disorders in cerebral palsy children: Prevention and treatment," *Mot. Cerebrale*, vol. 29, no. 2, pp. 61–64, 2008, doi: 10.1016/j.motcer.2008.04.001.
- [8] M. Le Metayer, *RÉÉDUCATION CÉRÉBRO-MOTRICE DU JEUNE ENFANT. Éducation thérapeutique.*, Masson. 1999.
- [9] P. Decq, "Physiopathologie de la spasticité," *Neurochirurgie*, vol. 49, no. 2-3 II, pp. 163–184, 2003, doi: 10.1016/s0035-3787(12)70045-0.
- [10] F. Biering-Sørensen, J. B. Nielsen, and K. Klinge, "Spasticity-assessment: A review," *Spinal Cord*, vol. 44, no. 12, pp. 708–722, 2006, doi: 10.1038/sj.sc.3101928.
- [11] J. R. P. Ambroise-Thomas, L. Auquier, J.P. Benhamou, D. Biquet, P. Blondeau, S. Bonfils, M. Bourel, M. Cara, J. Cauchoix, C. Chatelain, J. Civatte, B. Debesse, J. Frottier, P. Juillet, H. Laccoureye, M. Legrain, J. Milliez, G. Pallardy, P. Pialoux, P. Polonovs, "Dictionnaire médical de l'Académie de Médecine – version 2020," *Académie nationale de médecine*, 2020. <http://dictionnaire.academie-medicine.fr/index.php>.
- [12] G. L. Gottlieb and G. C. Agarwal, "Effects of initial conditions on the Hoffman reflex.," *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, vol. 34, no. 3, pp. 226–230, 1971, doi: 10.1136/jnnp.34.3.226.
- [13] M. Hoffman, M. Norcross, and S. Johnson, "The Hoffmann reflex is different in men and women," *Neuroreport*, vol. 29, no. 4, pp. 314–316, 2018, doi: 10.1097/WNR.0000000000000961.
- [14] D. B. E. N. Smail, C. Kiefer, and B. Bussel, "Évaluation clinique de la spasticité," pp. 190–198, 2003.
- [15] L. F., W. Y., and L. X., "Test-retest reliability and inter-rater reliability of the Modified Tardieu Scale and the Modified Ashworth Scale in hemiplegic patients with stroke," *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.*, vol. 50, no. 1, pp. 9–15, 2014, [Online]. Available: <http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L601476174>.
- [16] C. L. Chen *et al.*, "Responsiveness and minimal clinically important difference of

- modified ashworth scale in patients with stroke," *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.*, vol. 55, no. 6, pp. 754–760, 2019, doi: 10.23736/S1973-9087.19.05545-X.
- [17] S. Gay and G. Egon, "Spasticité. Physiothérapie, mesures préventives et traitements," *Ann. Fr. Anesth. Reanim.*, vol. 24, no. 6, pp. 663–666, 2005, doi: 10.1016/j.annfar.2005.03.011.
- [18] J. M. Louchet, "The cognitive methods and neuromuscular facilitation in neurological attacks: The Bobath, Perfetti and Kabat method," *Kinesitherapie*, vol. 12, no. 128–129, pp. 56–60, 2012, doi: 10.1016/j.kine.2012.07.011.
- [19] H. Dalvand, L. Dehghan, A. Feizy, S. Amirsalai, and H. Bagheri, "Effect of the Bobath technique, conductive education and education to parents in activities of daily living in children with cerebral palsy in Iran," *Hong Kong J. Occup. Ther.*, vol. 19, no. 1, pp. 14–19, 2009, doi: 10.1016/S1569-1861(09)70039-7.
- [20] A. Durand and G. Serment, "Botulism toxin in practice," *Ann. Readapt. Med. Phys.*, vol. 46, no. 6, pp. 386–388, 2003, doi: 10.1016/S0168-6054(03)00131-4.
- [21] N. Poulet, C. Argillier, and P. Sovan Lek, "Université Toulouse III -Paul Sabatier," pp. 1–102, 2004.
- [22] P. Carrelet, G. Bollini, J. Mancini, and B. Chabrol, "Traitement de l'enfant infirme moteur cérébral par la toxine botulique A : mode d'action, place des injections dans la prise en charge," *Arch. Pédiatrie*, vol. 9, no. 9, pp. 928–933, 2002, doi: 10.1016/s0929-693x(02)00039-8.
- [23] E. L. Enfoque *et al.*, "HAS Commission de la transparence," *Int. Inst. Environ. Dev.*, vol. 07/80, no. 2, p. 125, 2010, [Online]. Available: <https://arxiv.org/pdf/1707.06526.pdf><https://www.yrpri.org><http://weekly.cnbnews.com/news/article.html?no=124000><https://www.fordfoundation.org/>http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/Republica_Dominicana/ccp/20120731051903/prepare<http://webpc.cia>.
- [24] A. Guyard, J. Fauconnier, M. A. Mermet, and C. Cans, "Impact on parents of cerebral palsy in children: A literature review," *Arch. Pediatr.*, vol. 18, no. 2, pp. 204–214, 2011, doi: 10.1016/j.arcped.2010.11.008.
- [25] R. M. Kent, *Cerebral palsy*, 1st ed., vol. 110. Elsevier B.V., 2013.
- [26] F. Hareb, C. M. Bertocelli, O. Rosello, V. Rampal, and F. Solla, "Botulinum Toxin in Children with Cerebral Palsy: An Update," *Neuropediatrics*, vol. 51, no. 1, pp. 1–5, 2020, doi: 10.1055/s-0039-1694988.
- [27] P. Krystkowiak, "Long-term effects of botulinum toxin treatment," *Ann. Dermatol. Venereol.*, vol. 136, no. SUPPL. 4, pp. S86–S88, 2009, doi: 10.1016/S0151-9638(09)74533-8.
- [28] C. K. Service and B. Roessingh, "pour une intervention ambulatoire : incidence des effets indésirables Follow-up of children after anaesthesia for outpatient surgery : incidence of side effects Table des matières," 2015.
- [29] F. Schasfoort *et al.*, "Value of botulinum toxin injections preceding a comprehensive rehabilitation period for children with spastic cerebral palsy: A cost-effectiveness study," *J. Rehabil. Med.*, vol. 50, no. 1, pp. 22–29, 2018, doi: 10.2340/16501977-2267.
- [30] "Avis n° 2015 . 0047 / AC / SEAP du 3 juin 2015 du collège de la Haute Autorité de santé relatif à la modification de la Liste des actes et prestations mentionnée à l' article L . 162-1-7 du code de la sécurité sociale , proposée par la Caisse nationale ," vol. 33, no. 0, p. 93218, 2015.
- [31] Haute Autorité de santé, "Niveau de preuve et gradation des recommandations de

- bonne pratique," *Etat des lieux*, p. 192, 2013.
- [32] L. Brosseau *et al.*, "The French-Canadian version of the Assessment of Multiple Systematic Reviews (AMSTAR) tool," *Physiother. Canada*, vol. 69, no. 1, pp. 20–29, 2017, doi: 10.3138/ptc.2015-80F.
- [33] D. Steenbeek, A. Meester-Delver, J. G. Becher, and G. J. Lankhorst, "The effect of botulinum toxin type A treatment of the lower extremity on the level of functional abilities in children with cerebral palsy: Evaluation with goal attainment scaling," *Clin. Rehabil.*, vol. 19, no. 3, pp. 274–282, 2005, doi: 10.1191/0269215505cr859oa.
- [34] O. Balbaloglu, A. Basaran, and H. Ayoglu, "Functional outcomes of multilevel botulinum toxin and comprehensive rehabilitation in cerebral palsy," *J. Child Neurol.*, vol. 26, no. 4, pp. 482–487, Apr. 2011, doi: 10.1177/0883073810384868.
- [35] K. Bjornson *et al.*, "Botulinum toxin for spasticity in children with cerebral palsy: A comprehensive evaluation," *Pediatrics*, vol. 120, no. 1, pp. 49–58, Jul. 2007, doi: 10.1542/peds.2007-0016.
- [36] V. A. Scholtes *et al.*, "Effect of Multilevel Botulinum Toxin A and Comprehensive Rehabilitation on Gait in Cerebral Palsy," *Pediatr. Neurol.*, vol. 36, no. 1, pp. 30–39, Jan. 2007, doi: 10.1016/j.pediatrneurol.2006.09.010.
- [37] S. K. Chaturvedi *et al.*, "Comparative assessment of therapeutic response to physiotherapy with or without botulinum toxin injection using diffusion tensor tractography and clinical scores in term diplegic cerebral palsy children," *Brain Dev.*, vol. 35, no. 7, pp. 647–653, Aug. 2013, doi: 10.1016/j.braindev.2012.10.012.
- [38] V. A. Scholtes *et al.*, "The Combined Effect of Lower-Limb Multilevel Botulinum Toxin Type A and Comprehensive Rehabilitation on Mobility in Children With Cerebral Palsy: A Randomized Clinical Trial," *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, vol. 87, no. 12, pp. 1551–1558, Dec. 2006, doi: 10.1016/j.apmr.2006.08.342.
- [39] S. Çağlar Okur, M. Uğur, and K. Şenel, "Effects of Botulinum Toxin A Injection on Ambulation Capacity in Patients with Cerebral Palsy," *Dev. Neurorehabil.*, vol. 22, no. 4, pp. 288–291, May 2019, doi: 10.1080/17518423.2018.1502832.
- [40] A. I. Ibrahim, Z. M. Hawamdeh, and A. A. Al-Qudah, "Functional outcome of botulinum toxin injection of gastrocnemius and adductors in spastic hemiplegic cerebral palsied children," *Eura. Medicophys.*, vol. 43, no. 1, pp. 13–20, 2007.
- [41] M. A. El-Etribi, M. E. Salem, H. M. El-Shakankiry, A. M. El-Kahky, and S. M. El-Mahboub, "The effect of botulinum toxin type-A injection on spasticity, range of motion and gait patterns in children with spastic diplegic cerebral palsy: An Egyptian study," *Int. J. Rehabil. Res.*, vol. 27, no. 4, pp. 275–281, 2004, doi: 10.1097/00004356-200412000-00004.
- [42] S. C. Love, J. P. Valentine, E. M. Blair, C. J. Price, J. H. Cole, and P. J. Chauvel, "The effect of botulinum toxin type A on the functional ability of the child with spastic hemiplegia a randomized controlled trial," *Eur. J. Neurol.*, vol. 8, pp. 50–58, 2001, doi: 10.1046/j.1468-1331.2001.00038.x.
- [43] T. M. Carey, "Functional outcome of botulinum toxin A injections to the lower limbs in cerebral palsy," *Pediatric Physical Therapy*, vol. 15, no. 3, pp. 188–189, 2003, doi: 10.1097/01.PEP.0000087844.27971.50.
- [44] S. Goddard, "Reflexes, Learning and Behaviour. A Window into the Child's Mind." pp. 1–182, 2002.

Annexes

Table des annexes :

Annexe 1 : Classification GMFCS

Annexe 2 : Échelle de Tardieu

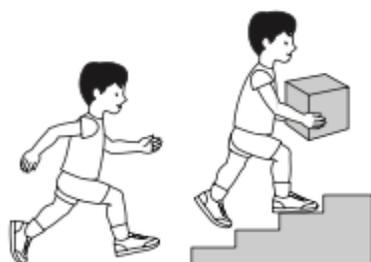
Annexe 3 : Échelle d'Ashworth modifiée

Annexe 4 : Échelle Pedro

Annexe 5 : Études exclues

Annexe 6 : Études incluses

GMFCS E & R between 6th and 12th birthday: Descriptors and illustrations



GMFCS Level I

Children walk at home, school, outdoors and in the community. They can climb stairs without the use of a railing. Children perform gross motor skills such as running and jumping, but speed, balance and coordination are limited.



GMFCS Level II

Children walk in most settings and climb stairs holding onto a railing. They may experience difficulty walking long distances and balancing on uneven terrain, inclines, in crowded areas or confined spaces. Children may walk with physical assistance, a hand-held mobility device or used wheeled mobility over long distances. Children have only minimal ability to perform gross motor skills such as running and jumping.



GMFCS Level III

Children walk using a hand-held mobility device in most indoor settings. They may climb stairs holding onto a railing with supervision or assistance. Children use wheeled mobility when traveling long distances and may self-propel for shorter distances.



GMFCS Level IV

Children use methods of mobility that require physical assistance or powered mobility in most settings. They may walk for short distances at home with physical assistance or use powered mobility or a body support walker when positioned. At school, outdoors and in the community children are transported in a manual wheelchair or use powered mobility.



GMFCS Level V

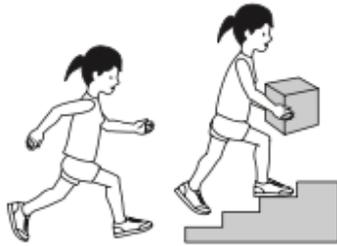
Children are transported in a manual wheelchair in all settings. Children are limited in their ability to maintain antigravity head and trunk postures and control leg and arm movements.

GMFCS descriptors: Palisano et al. (1997) Dev Med Child Neurol 39:214-23
CanChild: www.canchild.ca

Illustrations Version 2 © Bill Reid, Kate Willoughby, Adrienne Harvey and Kerr Graham,
The Royal Children's Hospital, Melbourne ERC151050

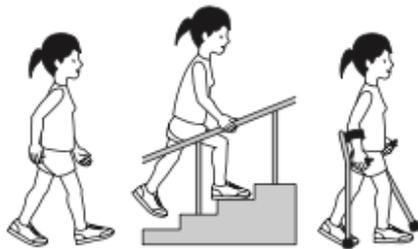
¹⁸ <https://canchild.ca/en/resources/42-gross-motor-function-classification-system-expanded-revised-gmfcs-e-r>

GMFCS E & R between 12th and 18th birthday: Descriptors and illustrations



GMFCS Level I

Youth walk at home, school, outdoors and in the community. Youth are able to climb curbs and stairs without physical assistance or a railing. They perform gross motor skills such as running and jumping but speed, balance and coordination are limited.



GMFCS Level II

Youth walk in most settings but environmental factors and personal choice influence mobility choices. At school or work they may require a hand held mobility device for safety and climb stairs holding onto a railing. Outdoors and in the community youth may use wheeled mobility when traveling long distances.



GMFCS Level III

Youth are capable of walking using a hand-held mobility device. Youth may climb stairs holding onto a railing with supervision or assistance. At school they may self-propel a manual wheelchair or use powered mobility. Outdoors and in the community youth are transported in a wheelchair or use powered mobility.



GMFCS Level IV

Youth use wheeled mobility in most settings. Physical assistance of 1-2 people is required for transfers. Indoors, youth may walk short distances with physical assistance, use wheeled mobility or a body support walker when positioned. They may operate a powered chair, otherwise are transported in a manual wheelchair.



GMFCS Level V

Youth are transported in a manual wheelchair in all settings. Youth are limited in their ability to maintain antigavity head and trunk postures and control leg and arm movements. Self-mobility is severely limited, even with the use of assistive technology.

GMFCS descriptors: Palisano et al. (1997) Dev Med Child Neurol 39:214-23
CanChild: www.canchild.ca

Illustrations Version 2 © Bill Reid, Kate Willoughby, Adrienne Harvey and Kerr
Graham, The Royal Children's Hospital Melbourne ERC151050

Nb : Cette échelle existe en français mais est cependant moins détaillée, c'est pourquoi je l'ai volontairement laissé en anglais.

TABLEAU III. — Échelle de Tardieu.

TABLE III. — *Tardieu Scale.*

<i>Qualité de la réaction musculaire (X)</i>	
0	Pas de résistance tout au long du mouvement passif
1	Discrète augmentation de la résistance au cours du mouvement passif sans que l'on puisse ressentir clairement un ressaut à un angle précis
2	Ressaut franc interrompant le mouvement passif à un angle précis, suivi d'un relâchement
3	Clonus épuisable (< 10 s lorsque l'on maintient l'étirement) survenant à un angle précis
4	Clonus inépuisable (> 10 s lorsque l'on maintient l'étirement) survenant à un angle précis
<i>Angle ou apparaît la réaction musculaire (Y)</i>	
	La mesure est rapportée à la position d'étirement minimale pour chaque articulation (correspondant à l'angle 0), à l'exception de la hanche où la mesure est rapportée à la position de repos anatomique

TABLEAU I. — Échelle d'Ashworth modifiée.

TABLE I. — *Modified Ashworth scale.*

0	Tonus musculaire normal
1	Augmentation discrète du tonus musculaire se manifestant par un ressaut suivi d'un relâchement ou par une résistance minime en fin de mouvement
1 +	Augmentation discrète du tonus musculaire se manifestant par un ressaut suivi d'une résistance minime perçue sur moins de la moitié de l'amplitude articulaire
2	Augmentation plus marquée du tonus musculaire touchant la majeure partie de l'amplitude articulaire, l'articulation pouvant être mobilisée facilement
3	Augmentation importante du tonus musculaire rendant la mobilisation passive difficile
4	L'articulation concernée est fixée en flexion ou extension, abduction ou adduction

Annexe 4 : Échelle PEDro

Échelle PEDro

1. les critères d'éligibilité ont été précisés	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
2. les sujets ont été répartis aléatoirement dans les groupes (pour un essai croisé, l'ordre des traitements reçus par les sujets a été attribué aléatoirement)	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
3. la répartition a respecté une assignation secrète	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
4. les groupes étaient similaires au début de l'étude au regard des indicateurs pronostiques les plus importants	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
5. tous les sujets étaient "en aveugle"	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
6. tous les thérapeutes ayant administré le traitement étaient "en aveugle"	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
7. tous les examinateurs étaient "en aveugle" pour au moins un des critères de jugement essentiels	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
8. les mesures, pour au moins un des critères de jugement essentiels, ont été obtenues pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
9. tous les sujets pour lesquels les résultats étaient disponibles ont reçu le traitement ou ont suivi l'intervention contrôle conformément à leur répartition ou, quand cela n'a pas été le cas, les données d'au moins un des critères de jugement essentiels ont été analysées "en intention de traiter"	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
10. les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont indiqués pour au moins un des critères de jugement essentiels	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
11. pour au moins un des critères de jugement essentiels, l'étude indique à la fois l'estimation des effets et l'estimation de leur variabilité	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:

Annexe 5 : Études exclues

Titre, auteurs et année de l'article	Motif de l'exclusion
Value of botulinum toxin injections preceding a comprehensive rehabilitation period for children with spastic cerebral palsy : a cost-effectiveness study – Fabienne S, 2018 [29]	N'est pas un ECR (étude de coût)
The effect of botulinum toxin type A treatment of the lower extremity on the level of functional abilities in children with cerebral palsy : evaluation with goal attainment scaling – Steenbeck, 2005 [33]	Ne présente pas les critères de jugement recherchés
Functional outcome of multilevel botulinum toxin and comprehensive rehabilitation in cerebral palsy – Balbaloglu O, 2011 [34]	N'est pas un ECR (série de cas)
Botulinum toxin in children with cerebral palsy : a comprehensive evaluation – Bjornson K, 2007 [35]	Ne présente pas le bon comparateur
Effect of multilevel botulinum toxin A and comprehensive rehabilitation on gait in cerebral palsy – Scholtes Va et al, 2007 [36]	Ne présente pas les critères de jugement recherchés.

Annexe 6 : Études Incluses

Chatuverdi SK et al, 2013 [37]

Type d'article	Essai clinique randomisé
Durée de l'étude	6 mois
Population	36 enfants diplégiques spastiques Critères d'inclusion : enfants avec une hypoxie natale ou post-natale avérée ; un handicap moteur ; un rapport DQ/IQ ¹⁹ > 50/34 ; un score allant de 50 à 60 sur la GMFM. Critères d'exclusion : enfants atteints de diplégie spastique avec un retard mental modéré à profond avec ou sans convulsion.
Intervention	Caractéristiques des participants : 18 enfants nés à terme sans antécédents de convulsions Âge moyen = 4,3 ans Tranche d'âge de 3 à 8 ans 7 filles et 11 garçons Injection de toxine botulique de type A : Les enfants ont reçu de 100 à 500 unités par muscle selon la masse musculaire en ne dépassant pas 30 unités/kg de poids corporel par injection de toxine botulique de type A. Programme de kinésithérapie : Identique dans les 2 groupes (cf. ci-dessous).
Comparateur	Caractéristiques des participants : 18 enfants nés à terme sans antécédents de convulsions Moyenne d'âge = 4,4 ans Tranche d'âge de 2 à 8 ans 6 filles et 12 garçons. Programme de kinésithérapie : Tous les enfants ont eu le même thérapeute durant toute la durée de l'étude. → 30 minutes de renforcement tous les matins avec 0,5 kg de poids augmentant de façon graduelle de 0,5 kg à intervalles réguliers. L'objectif final étant d'atteindre 10% du poids corporel. → 30 minutes d'étirements des muscles spastiques → Tous les après-midi un entraînement de 30 minutes de marche a été effectué permettant de renforcer les muscles spastiques et antagonistes de manière égale.
Critères de jugement	GMFCS réalisée avant l'intervention puis 6 mois après pour les 2 groupes. La kinésithérapie est accompagnée d'une IRM (Imagerie par Résonance Magnétique) permettant d'évaluer l'anisotropie fractionnelle ²⁰ des faisceaux des fibres motrices et sensitives et ainsi vérifier l'effet de la toxine botulique sur les muscles.
Score Pedro	5/10

¹⁹ DQ/IQ: Development Quotient / Intelligence Quotient (Quotient de développement / Quotient Intellectuel).

²⁰ L'anisotropie fractionnelle (FA) est une mesure réalisée au cours d'une IRM pour évaluer la densité des fibres [11]

Type d'article	Essai clinique randomisé
Durée de l'étude	24 semaines
Population	<p>46 enfants de 4 départements néerlandais de médecine de réhabilitation.</p> <p>Critères d'inclusion : diagnostic de paralysie cérébrale ; hémiplégie ou diplégie spastique, âge entre 4 et 12 ans ; spasticité présente dans 2 muscles des membres inférieurs ou plus interférant avec la mobilité ; niveau sur la GMFCS compris entre 1 et 4 ; démarche caractérisée par une flexion du genou persistante à mi-hauteur ; 2 groupes musculaires ou plus dans un membre nécessitant une injection de toxine botulique de type A ; habilité à comprendre les instructions ; compréhension de l'allemand.</p> <p>Critères d'exclusion : injection de toxine botulique dans les muscles des membres inférieurs 16 semaines avant l'inclusion ; chirurgie orthopédique 24 semaines avant l'étude ; contre-indication à la toxine botulique de type A ; contre-indication à l'anesthésie générale ; déformations orthopédiques ayant une mauvaise influence sur la marche ; subluxation de la hanche > 50° ; contracture d'endorotation de la hanche > 15° ; contracture en flexion du genou > 15° ; contractures fixées en flexion plantaire (genou tendu) > 20° et un angle poplité > 90° pour les enfants de moins de 8 ans ; contractures fixées en flexion plantaire (genou tendu) > 15° et un angle poplité > 80° pour les enfants de 8 ans et plus ; ataxie ou dyskinésie ; autres problèmes ayant un impact négatif sur la marche</p>
Intervention	<p>Caractéristiques des participants</p> <p>23 enfants dont 3 ont une atteinte unilatérale et 20 bilatérale. 7 filles et 16 garçons Âge moyen = 8,1 ± 2,3 ans Tranche d'âge allant de 4,2 à 11,5 ans Poids moyen de 26,76 ± 7,63 kg Tranche de poids allant de 15 à 45 kg 5 enfants ont porté des semelles 17 enfants ont porté des orthèses pédi-jambières. 6 enfants ont dû porter des plâtres.</p> <p>Injection de toxine botulique de type A : Les injections ont été administrées sous anesthésie générale jusqu'à un maximum de 50 unités par site avec une dose de 4 à 6 unités/kg de poids corporel de toxine botulique de type A par groupe musculaire. La dose maximale pour les enfants de 5 ans ou moins a été fixée à 25 unités/kg de poids corporel et à 30 unités/kg de poids corporel pour les enfants de 6 ans et plus. Une dilution de 50 unités dans 1 mL de solution de NaCl à 0,9% a été réalisée.</p> <p>Les sites musculaires à injecter ont été évalués par palpation et le placement de l'aiguille par électrostimulation du muscle.</p> <p>Programme de kinésithérapie : Il a été démarré une semaine après les injections de toxine botulique sous forme d'un protocole identique au comparateur (cf. ci-dessous).</p>

Comparateur	<p><u>Caractéristiques des participants</u> 23 enfants dont 1 a une atteinte unilatérale et 22 bilatérale. 7 filles et 16 garçons Âge moyen = $7,1 \pm 2,3$ ans Tranche d'âge allant de 4,5 à 11 ans Poids moyen de $25,59 \pm 8,27$ ans Tranche de poids allant de 13 à 44 kg 2 enfants ont porté des semelles 21 enfants ont porté des orthèses pédi-jambières 11 enfants ont nécessité la pose de plâtres.</p> <p><u>Programme de kinésithérapie</u> : Chaque enfant réalisait 3 à 5 séances de kinésithérapie par semaine pendant 12 semaines. Chaque séance durait entre 45 et 60 minutes et consistait en un étirement des muscles fléchisseurs, un renforcement des muscles extenseurs et un entraînement en mobilité fonctionnelle.</p> <p>Si la dorsiflexion de la cheville, genou tendu, était inférieure à 0° des plâtres étaient mis en place 1 à 3 semaines après les injections, changeant chaque semaine, jusqu'à obtenir 0°.</p>
Critères de jugement	<p><u>GMFM</u> <u>Coût énergétique</u> en mesurant l'absorption de l'oxygène et la production du dioxyde de carbone à l'aide d'un système portatif d'analyse des gaz du sang lors d'un test de marche de 6 minutes à une vitesse jugée confortable par l'enfant. <u>Score de problème</u> déclaré par les parents permettant d'obtenir une note sur 10.</p>
Score Pedro	6/10

Type d'article	Essai clinique randomisé
Durée de l'étude	12 semaines
Population	<p>30 enfants atteints de paralysie cérébrale de la clinique externe de médecine physique et de réadaptation</p> <p>Critères d'inclusion : avoir entre 2 et 15 ans ; avoir un diagnostic de paralysie cérébrale spastique ; avoir une spasticité des membres inférieurs et un score sur l'échelle d'Ashworth modifiée supérieur à 2 ; si l'enfant a eu un traitement pour la spasticité, il doit l'avoir eu plus de 6 mois avant le début de l'étude.</p> <p>Critères d'exclusion : Contractures fixes ; une atrophie avancée ou une subluxation des extrémités affectées ; injections antérieures de toxine botulique de type A et de phénol, traitement par pompe à Baclofène intrathécal ou traitement chirurgical de la spasticité ; antécédents d'allergie et d'hypersensibilité aux médicaments à utiliser ; hématome, infection ou lésion cutanée sur le site d'injection, utilisation d'antibiotiques aminoglycoside ; retard mental.</p>
Intervention	<p>Caractéristiques des participants :</p> <p>15 enfants dont 9 filles et 6 garçons Âge moyen = 9,01 ± 2,47 ans Tranche d'âge allant de 3 à 13 ans Poids moyen de 25,86 ± 4,01 kg</p> <p>Injection de toxine botulique de type A : 100 unités de BOTOX® Allergan dilués avec 2 ml de solution salée isotonique dans des conditions stériles. Les injections se font sous guidance ultrasonique. La dose injectée est de 3 unités/kg par muscles et la dose totale ne doit pas excéder 300 unités. L'injection a été réalisée en une seule dose. La sélection des muscles à injecter est réalisée en ciblant les muscles spastiques que les enfants utilisent lors de la marche. Les muscles des membres inférieurs avec un score supérieur à 2 sur l'échelle d'Ashworth modifiée ont été injectés.</p> <p>Programme de kinésithérapie : identique au groupe comparateur (cf. ci-dessous)</p>
Comparateur	<p>Caractéristiques des participants :</p> <p>15 enfants dont 8 filles et 7 garçons Âge moyen = 9,46 ± 2,89 ans Tranche d'âge allant de 4 à 13 ans Poids moyen de 22,0 ± 4,91 kg</p> <p>Programme de kinésithérapie : Exercices utilisant la méthode Bobath, exercices de résistance progressive, exercice sur la plage de mouvement, étirements, travail assis, équilibre, mobilisation. Le programme consiste en 5 séances par semaine à raison de 2h par séance. Les exercices ont été enseignés aux familles par les kinésithérapeutes. Les enfants reviennent une fois par semaine à la clinique pour un contrôle sur une durée totale de 8 semaines.</p> <p>Des attelles de repos ont été données aux enfants.</p>

<p>Critères de jugement</p>	<p><u>Échelle d'Ashworth modifiée</u> <u>Échelle de Tardieu</u> <u>Échelle Visuelle Analogique</u> (EVA) pour l'évaluation de la douleur <u>Goal Attainment Scale</u> (GAS) : Échelle de réalisation des objectifs pour l'évaluation des mouvements musculaires isolés. <u>Selective Motor Control</u> (SMC) test : Test de contrôle moteur sélectif utilisé pour l'évaluation des mouvements sélectifs. <u>GMFCS</u></p>
<p>Score Pedro</p>	<p>8/10</p>

Ibrahim Al et al, 2007 [40]

Type d'article	Essai clinique randomisé
Durée de l'étude	6 mois
Population	<p>60 enfants avec une paralysie cérébrale de type hémiplégie spastique provenant du centre de réhabilitation pédiatrique.</p> <p>Critères d'inclusion : enfants marchants sans dispositifs d'assistance ; âge entre 3 et 7 ans.</p> <p>Critères d'exclusion : antécédent de chirurgie des membres inférieurs ; antécédent d'injection de toxine botulique de type A ; prise de médicaments anti-spastique 1 mois ou moins avant le début de l'étude.</p>
Intervention	<p>Caractéristiques des participants :</p> <ul style="list-style-type: none">- Groupe A (injection dans les muscles Gastrocnémiens) : 15 enfants Âge moyen = 52 ± 17 mois Poids moyen = 19,6 ± 3,7 kg Taille moyenne = de 91 ± 9 cm- Groupe B (injection dans les muscles adducteurs de hanche) : 15 enfants Âge moyen = 51 ± 11 mois Poids moyen = 19,7 ± 2,5 kg Taille moyenne = 92 ± 9 cm- Groupe C (injection dans les muscles Gastrocnémiens et adducteurs de hanche) : 15 enfants Âge moyen = 54 ± 15 mois Poids moyen = 19,8 ± 4,1 kg Taille moyenne = 94 ± 15 cm <p>Injection de toxine botulique de type A : Les enfants reçoivent 3 injections successives tous les 3 à 4 mois. Le dosage maximal est mesuré en fonction du poids de l'enfant et du site d'injection. Le dosage va de 6 à 12 unités/kg de poids corporel avec une dose maximale par visite de 200 unités. Chaque dose est reconstituée avec 3 à 5 ml de solution stérile saline (0,9% NaCl). La toxine utilisée est ici le BOTOX®, Allergan. Quelques patients ont reçu le Dysport®.</p> <p>Les muscles injectés ont été déterminés par la palpation du corps musculaire et ont été injectés au niveau du site utilisé pour l'EMG.</p> <p>Les injections n'ont pas nécessité de sédation, seulement un spray froid appliqué sur le site avant l'injection.</p> <p>Programme de kinésithérapie : identique au groupe comparateur (cf. ci-dessous).</p>

<p>Comparateur</p>	<p><u>Caractéristiques des participants :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Groupe D : <p>15 enfants Âge moyen = 53 ± 9 mois Poids moyen = 19,6 ± 2,8 kg Taille moyenne = 93 ± 8 cm</p> <p><u>Programme de kinésithérapie :</u> Les enfants ont 3 séances par semaine à raison d'une heure par séance comprenant des étirements musculaires, de l'hydrothérapie pour la réduction du tonus, des techniques de facilitation pour la flexion dorsale de cheville et l'adduction de hanche.</p> <p>Les enfants peuvent porter des orthèses dans le but d'éviter les rétractions musculaires notamment au niveau des muscles de la cheville, des exercices de marche avec et sans obstacles ainsi que le travail de la montée/descente des escaliers.</p>
<p>Critères de jugement</p>	<p><u>Échelle d'Ashworth modifiée</u></p> <p><u>Évaluation de la marche</u> comprenant 6 paramètres : longueur de pas non affectée, longueur de pas affectée, largeur de pas, angle du pied affecté, cadence et vitesse de marche.</p>
<p>Score Pedro</p>	<p>6/10</p>

Type d'article	Essai clinique randomisé
Durée de l'étude	2 ans
Population	<p>46 enfants atteints de paralysie cérébrale</p> <p>Critères d'inclusion : âge compris entre 2 et 6 ans.</p> <p>Critères d'exclusion : sévère ou profond retard mental, contractures fixées, atrophie des muscles des membres inférieurs, antécédents d'injection d'alcool ou de phénol dans les muscles.</p>
Intervention	<p>Caractéristiques des participants :</p> <p>20 enfants atteints de paralysie cérébrale Âge moyen = 3,43 ± 1,5 ans Tranche d'âge allant de 2 ans et 2 mois à 5 ans et 6 mois Quotient intellectuel moyen de 68,55 +/- 27,05</p> <p>Injection de toxine botulique de type A : Le dosage est de 100 unités de toxine botulique par flacon avec de l'albumine sérique humaine et du chlorure de sodium sous forme stérile. Les flacons ont été reconstitués avec 2 ml de sérum physiologique stérile pour atteindre une concentration de 5 unités/0,1 ml. La dose d'injection est de 3 à 6 unités/kg de poids corporel et la dose maximale à ne pas dépasser par injection est de 200 unités. Le site d'injection est trouvé par palpation musculaire, puis à la suite de la mise en place de l'aiguille, un étirement du muscle est réalisé pour vérifier le bon positionnement avant l'injection.</p> <p>Programme de kinésithérapie : Identique au groupe comparateur (cf. ci-dessous).</p>
Comparateur	<p>Caractéristiques des participants :</p> <p>20 enfants atteints de paralysie cérébrale Âge moyen = 3,68 ± 1,15 ans Tranche d'âge allant de 2 ans et 3 mois à 6 ans Quotient intellectuel moyen de 79,45 ± 20,93</p> <p>Programme de kinésithérapie : exercices actifs assistés pendant les 2 premiers mois, puis des exercices actifs résistés durant le 3^{ème} mois avec différents poids en fonction des capacités des enfants. Des étirements sont également réalisés. 3 séances par semaine à raison d'une heure par séance comprenant également 5 minutes de relaxation.</p>
Critères de jugement	<p>Échelle d'Ashworth modifiée</p> <p>L'électromyogramme a également permis l'évaluation de la spasticité grâce au ratio H/M</p> <p>Physician Rating Scale (PRS) permettant d'évaluer le modèle de marche dynamique en observant différents paramètres : le heurt du pied, la position du pied arrière pendant le heurt du pied, la position du pied arrière durant la démarche, le degré d'accroupissement, la vitesse de la marche.</p> <p>L'amplitude du mouvement au niveau de la cheville a été évalué par mesure goniométrique</p>
Score Pedro	5/10

Type d'article	Essai clinique randomisé
Durée de l'étude	6 mois
Population	<p>24 enfants atteints de paralysie cérébrale à type d'hémiplégie spastique provenant du service de kinésithérapie et de réadaptation pédiatrique du « Princess Margaret Hospital for Children ».</p> <p>Critères d'inclusion : augmentation anormale du tonus musculaire dans les muscles du mollet, contracture dynamique interférant avec la fonction, les enfants ont un niveau 1 sur la GMFCS.</p> <p>Critères d'exclusion : antécédents d'injection de toxine botulique de type A dans les 6 mois avant l'étude, antécédents de chirurgie orthopédique, antécédents de plâtre en série dans les 6 mois avant l'étude, évidence radiographique d'une subluxation de hanche sévère, contracture fixe empêchant le mouvement.</p>
Intervention	<p>Caractéristiques des participants :</p> <p>12 enfants atteints de paralysie cérébrale Âge moyen = 6 ans et 4 mois Tranche d'âge allant de 3 ans et 6 mois à 12 ans et 9 mois</p> <p>Injection de toxine botulique de type A : Les enfants ont reçu des injections de BOTOX®, Allergan. Une crème anesthésiante a été appliquée sur le site à injecter et un comprimé oral de Midazolam leur a été administré. Dilution de 100 unités de toxine botulique dans 1 à 5 ml de NaCl. La dose moyenne est de 4 unités/kg de poids corporel.</p> <p>Programme de kinésithérapie : Programme non décrit, mais identique au groupe contrôle. La prise en charge kinésithérapie ne diffère pas de celle mise en place avant l'étude.</p>
Comparateur	<p>Caractéristiques des participants :</p> <p>12 enfants atteints de paralysie cérébrale Âge moyen = 6 ans et 4 mois Tranche d'âge allant de 3 ans et 1 mois à 13 ans et 3 mois</p> <p>Programme de kinésithérapie : Programme non décrit, mais identique au groupe traité. La prise en charge kinésithérapique ne diffère pas de celle mise en place avant l'étude.</p>
Critères de jugement	<p>Longueur musculaire mesurée à la suite d'une mobilisation passive lente de l'articulation de la cheville. L'angle de l'articulation talo-crurale est ensuite mesurée avec un goniomètre.</p> <p>Échelle de Tardieu modifiée</p> <p>Échelle d'Ashworth modifiée</p> <p>GMFM</p> <p>Satisfaction parentale mesurée en répondant à la question « Dans quelle mesure êtes-vous satisfait des progrès réalisés par votre enfant au cours de 6 derniers mois ? » en notant cette réponse sur 10 points sur l'échelle visuelle analogique (EVA).</p>
Score Pedro	5/10

Type d'article	Essai clinique randomisé
Durée de l'étude	6 mois
Population	<p>49 enfants atteints de paralysie cérébrale de type diplégie spastique et quadriplégie spastique légère à modérée.</p> <p>Critères d'inclusion : diplégie spastique et quadriplégie spastique légère à modérée.</p> <p>Critères d'exclusion : Quadriplégie spastique sévère, antécédents de chirurgie orthopédique des membres inférieurs dans les 12 mois précédents l'étude, antécédents d'injection de toxine botulique ou mise en place de plâtres successifs dans les 6 mois précédents l'étude, antécédent d'intervention de réduction du tonus comme du Baclofen intrathécal.</p>
Intervention	<p>Caractéristiques des participants : Non spécifié</p> <p>Injection de toxine botulique de type A : Une anesthésie générale est réalisée pour les injections. La dose de toxine botulique de type A est de 8 à 20 unités/kg de poids corporel distribué entre 2 et 6 groupes musculaires. La dose maximale est de 20 unités sur un même site et dans un muscle large de 120 unités. La dose maximale pour la première injection est de 300 unités soit 13,5 unités/kg de poids corporel.</p> <p>Programme de kinésithérapie : Identique au programme ci-dessous. Le nombre de séance de kinésithérapie est de 27,8 heures au cours de l'étude.</p>
Comparateur	<p>Caractéristiques des participants : Non spécifié</p> <p>Programme de kinésithérapie : La kinésithérapie se base sur les principes de la thérapie neuro-développementale, de l'éducation conductrice et de l'hydrothérapie. Le kinésithérapeute réalisait un traitement visant à l'amélioration de la fonction et de la mobilité ainsi que la fourniture d'orthèses et d'aides à la marche appropriées. Le nombre de séance de kinésithérapie est de 20,9 heures au cours de l'étude.</p>
Critères de jugement	<p>GMFM (Gross Motor Function Measure)</p> <p>Vulpe Assessment Battery (VAB) permettant d'évaluer les compétences des membres supérieurs et les capacités fonctionnelles dans le domaine de la vie quotidienne.</p> <p>Échelle d'Ashworth modifiée</p> <p>Perception parentale consistant en 12 questions portant spécifiquement sur les effets de la toxine botulique tels que la douleur au niveau du site d'injection et le moment de tout bénéfice perçu.</p>
Score Pedro	5/10

RÉSUMÉ :

Introduction : La paralysie cérébrale est aujourd'hui la pathologie la plus commune entraînant un handicap moteur chez l'enfant. La kinésithérapie a toujours été, et est toujours actuellement, une prise en charge indispensable à l'évolution de l'enfant. De ce fait, afin d'en potentialiser ses effets, des injections de toxine botulique peuvent être proposées dans le but de diminuer la spasticité et ainsi améliorer la fonction motrice globale.

Objectif : Le but de cette revue de littérature est d'évaluer l'évolution de la spasticité et de la fonction motrice globale à la suite d'une prise en charge en kinésithérapie précédée ou non d'injections de toxine botulique de type A chez les enfants atteints de paralysie cérébrale.

Méthodologie de recherche : Pour réaliser cette revue, 7 études ont été incluses. Celles-ci ont été trouvées dans trois bases de données différentes (PubMed, Pedro, Cochrane). Tous ces articles sont des essais cliniques randomisés incluant des enfants de 2 à 13 ans.

Résultats et analyse : Une diminution significative de la spasticité a été notée dans les articles incluant ce critère de jugement. Concernant la fonction motrice globale les résultats observés à la suite de l'intervention ne permettent pas de tirer des conclusions certaines.

Discussion : Les résultats trouvés sont à mettre en balance avec les tailles d'effet variables, un nombre de participants aux études faibles et une qualité méthodologique des articles inclus parfois faible. De plus, le coût des injections de toxine botulique et les contraintes pour les enfants et les parents peuvent parfois constituer un frein à cette thérapeutique.

Mots-clés : Paralysie Cérébrale, Toxine botulique, Kinésithérapie, Enfant, Spasticité, Fonction motrice globale.

ABSTRACT :

Introduction : Cerebral palsy is today the most common pathology leading to a motor disability in children. Physiotherapy has always been, and still is, an essential management for the evolution of the child. Therefore, in order to maximize its effects, botulinum toxin injections may be proposed with the aim of reducing spasticity and thus improving global motor function.

Objective : The aim of this systematic review is to assess the evolution of spasticity and global motor function following physiotherapy management, with or without injections of type A botulinum toxin in children with cerebral palsy.

Method : To conduct this review, 7 studies were included. These were found in three different databases (PubMed, Pedro, Cochrane). All of these articles are randomized clinical trials involving children from 2 to 13 years.

Results and analysis : A significant decrease in spasticity was noted in articles including this judgment criterion. As regards global motor function the results observed following intervention do not allow certain conclusion to be drawn.

Discussion : The results found are to be weighed against variable effect sizes, a low number of study participants and a sometimes low methodological quality of included articles. Moreover, the cost of botulinum toxin injections and the constraints for children and parents can sometimes act as a barrier to this therapy.

Key words : Cerebral palsy, Botulinum toxin, Physiotherapy, Child, Spasticity, Global motor function