



HAL
open science

Efficacité de la rhizotomie dorsale sélective sur l'amélioration de l'état fonctionnel des enfants paralysés cérébraux

Lison Willense

► To cite this version:

Lison Willense. Efficacité de la rhizotomie dorsale sélective sur l'amélioration de l'état fonctionnel des enfants paralysés cérébraux. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03981856

HAL Id: dumas-03981856

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03981856v1>

Submitted on 10 Feb 2023

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**

**EFFICACITÉ DE LA RHIZOTOMIE DORSALE
SÉLECTIVE SUR L'AMÉLIORATION DE L'ÉTAT
FONCTIONNEL DES ENFANTS PARALYSÉS
CÉRÉBRAUX**

WILLEMSE Lison

Directrice de mémoire : Mme GIMENEZ Katia

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

Remerciements

Je tiens à remercier ma directrice de mémoire, Madame Katia Gimenez, pour sa disponibilité, ses remarques et son soutien tout le long de la rédaction de cette revue. Elle a su retirer les craintes et les doutes que j'ai pu avoir durant cette dernière année de formation.

Je souhaite également remercier ma famille qui m'apporte un soutien quotidien ainsi qu'une présence inconditionnelle et plus spécialement ma maman qui m'a transmis son savoir, sa passion et son amour pour la rééducation en kinésithérapie pédiatrique. Elle a su me conforter dans mon projet de spécialisation dans ce domaine durant mon clinicat.

Je remercie Anne Farnet, ma tutrice lors de mon premier clinicat au Centre Hospitalier d'Aix-En-Provence, en service pédiatrique. Elle m'a permis de plonger dans le bain de la pédiatrie tout en me transmettant ses connaissances et ses conseils. C'est durant ce stage que j'ai rencontré Lélia, 5 ans, une enfant ayant eu recours à la Rhizotomie Dorsale Sélective et dont j'ai pu suivre le parcours. Je souhaite remercier cette petite fille pour les leçons, les messages et les valeurs qu'elle a su partager avec sa combativité, sa joie de vivre, son amour et sa persévérance durant la totalité de la prise en charge.

Je souhaite remercier mes amis qui sont si chers à mes yeux. Ils ont su me soutenir, m'écouter, m'apporter des connaissances et être présents durant ces quatre années d'étude. Je remercie plus globalement tous les camarades de ma promotion pour notre entraide mutuelle et ces belles années de formation passées ensemble.

Enfin, je remercie plus particulièrement les enseignants, kinésithérapeutes, intervenants, soignants et patients rencontrés durant mon parcours scolaire, qui ont su entretenir et faire grandir la passion que je porte pour notre métier. Je souhaite honorer cette transmission et la faire partager à mon tour.

Liste des Abréviations

SDR = Rhizotomie dorsale sélective

PC = Paralyse cérébrale

IMC = Infirmité motrice cérébrale

IMOC = Infirmité motrice d'origine cérébrale

AVC = Accident Vasculaire Cérébrale

GMFCS = *Gross Motor Function Classification System*

MACS = *Manual Ability Classification System*

FRE = Fauteuil roulant électrique

ITB = Baclofène intrathécal

NEM = Niveau d'évolution motrice

GMFM = *Gross Motor Function Measure*

ECR = Essais cliniques randomisés

PEDI = *Pediatric Evaluation of Disability Inventory*

CP-QoL = *The Cerebral Palsy Quality of Life Questionnaire*

MRC = *Medical Research Council*

WeeFIM = *Functional Independence Measure*

SMCS = *Sélective Control Motor Scale*

IC 95 = Intervalle de confiance à 95%

ANAES = Agence Nationale de l'Accréditation et de l'Évaluation en Santé

HAS = Haute Autorité de Santé

Table des matières

1	INTRODUCTION	1
1.1	LA PLACE DE LA PARALYSIE CEREBRALE DANS NOTRE SOCIETE.....	1
1.1.1	Contexte.....	1
1.1.2	Épidémiologie	2
1.2	DESCRIPTION DE LA PARALYSIE CEREBRALE	2
1.2.1	Définitions.....	2
1.2.2	Aspects historiques et évolution des termes	3
1.2.3	Étiologie de la paralysie cérébrale.....	4
1.2.4	Les différentes formes cliniques.....	5
1.2.4.1	<i>Classification selon le symptôme neurologique prédominant</i>	<i>5</i>
1.2.4.2	<i>Classification selon la localisation de l'atteinte</i>	<i>6</i>
1.2.4.3	<i>Classification selon la sévérité de l'atteinte</i>	<i>7</i>
1.2.5	Diagnostic de la paralysie cérébrale	8
1.2.6	Les conséquences et le devenir	8
1.2.7	Les options thérapeutiques de la paralysie cérébrale.....	9
1.2.7.1	<i>Les traitements médicamenteux.....</i>	<i>9</i>
1.2.7.2	<i>Le traitement kinésithérapique</i>	<i>10</i>
1.2.7.3	<i>Les traitements chirurgicaux.....</i>	<i>11</i>
1.3	LA RHIZOTOMIE DORSALE SELECTIVE.....	12
1.3.1	Contexte.....	12
1.3.2	Mécanisme de la spasticité	12
1.3.3	Rôle de la rhizotomie dorsale sélective	13
1.3.4	Aspect historique et évolution	13
1.3.5	Procédure opératoire	15
1.3.6	Intérêt de la Rhizotomie Dorsale Sélective	16
1.3.7	Rééducation post-opératoire	16
1.4	L'ETAT FONCTIONNEL DE L'ENFANT PARALYSE CEREBRAL	16
1.4.1	L'échelle de classification GMFCS.....	16
1.4.2	Instrument de mesure	17
1.5	L'OBJECTIF DE LA REVUE DE LITTERATURE	17
2	METHODE.....	19
2.1	CRITERES D'ELIGIBILITE DES ETUDES POUR CETTE REVUE	19
2.1.1	Types d'études sélectionnées.....	19
2.1.2	Population/Pathologie étudiée	20
2.1.3	Intervention/Traitement	20
2.1.4	Comparateur.....	20
2.1.5	Critère de jugement principal.....	20
2.2	METHODOLOGIE DE RECHERCHE DES ETUDES	21
2.2.1	Sources documentaires investiguées	21
2.2.2	Équations de recherche utilisées.....	21
2.2.2.1	<i>Base de recherche PUBMED.....</i>	<i>22</i>
2.2.2.2	<i>Base de recherche COCHRANE LIBRARY.....</i>	<i>22</i>
2.2.2.3	<i>Base de recherche PEDRO</i>	<i>23</i>
2.2.2.4	<i>Autre base de données.....</i>	<i>23</i>

2.3	METHODE D'EXTRACTION ET D'ANALYSE DES DONNEES.....	24
2.3.1	Sélection des études.....	24
2.3.2	Extraction des données.....	24
2.3.3	Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées.....	25
2.3.4	Méthode de synthèse des résultats.....	25
3	RESULTATS.....	26
3.1	DESCRIPTION DES ETUDES.....	26
3.1.1	Diagramme de flux.....	26
3.1.2	Études exclues.....	27
3.1.3	Études incluses.....	27
3.2	RISQUE DE BIAIS DES ETUDES.....	29
3.2.1	Grille de lecture utilisée.....	29
3.2.2	Synthèse des biais retrouvés.....	29
3.3	EFFET DE L'INTERVENTION.....	30
3.3.1	L'étude de Van Schie 2011.....	32
3.3.2	L'étude de Dudley 2013.....	34
3.3.3	L'étude de Carraro 2014.....	36
3.3.4	L'étude de Summers 2019.....	38
3.4	PRESENTATION GLOBALE DES RESULTATS CONCERNANT L'ETAT FONCTIONNEL GLOBAL.....	38
4	DISCUSSION.....	40
4.1	ANALYSE DES PRINCIPAUX RESULTATS.....	40
4.1.1	Analyse des résultats par critères de jugement.....	40
4.1.1.1	<i>L'amélioration de l'état fonctionnel global.....</i>	<i>40</i>
4.1.1.2	<i>L'amélioration de la qualité de vie.....</i>	<i>41</i>
4.1.1.3	<i>Le rétablissement des fonctions structurelles du corps.....</i>	<i>41</i>
4.1.2	Analyse globale.....	42
4.1.3	Analyse des limites des études.....	43
4.2	APPLICABILITE DES RESULTATS EN PRATIQUE CLINIQUE.....	44
4.2.1	Balance bénéfices-risques de l'intervention.....	44
4.2.2	Reproductibilité et faisabilité du traitement.....	45
4.3	QUALITE DES PREUVES.....	46
4.4	BIAIS POTENTIELS DE LA REVUE.....	47
4.4.1	Conflits d'intérêts.....	49
5	CONCLUSION.....	49
6	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	51
7	ANNEXES.....	53

Table des figures

Figure 1 : Les formes de PC selon le symptôme neurologique prédominant.....	5
Figure 2 : Classification de la PC selon la localisation de l'atteinte.....	7
Figure 3 : Les différents stades de PC en fonction du GMFCS	7
Figure 4 : Le réflexe d'étirement myotatique	12
Figure 5 : Grade des recommandations selon la HAS	19
Figure 6 : Base de recherche COCHRANE LIBRARY	22
Figure 7 : Base de recherche PEDRO	23
Figure 8 : Base de recherche Google Scholar.....	23
Figure 9 : Diagramme de flux	26
Figure 10 : Modélisation de l'augmentation de l'état fonctionnel global	39
Figure 11 : Forest plot de la différence des moyennes pré et post SDR de l'étude de Van Schie 2011 et de Summers 2019.....	39

Table des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques et origine des différentes formes de PC selon le symptôme neurologique prédominant.....	6
Tableau 2: Modèle PICO de la revue de littérature	18
Tableau 3 : Extraction des données	24
Tableau 4 : Tableau général récapitulatif des données des études	28
Tableau 5 : Évaluation des biais des études selon l'échelle JBI Critical Appraisal Tool	29
Tableau 6 : Évaluations de chacune des études incluses.....	30
Tableau 7 : Van Schie, 2011 : Extraction des résultats avec l'échelle GMFM.....	32
Tableau 8 : Carraro, 2014 : Extraction des résultats avec l'échelle GMFM	36
Tableau 9 : Carraro, 2014 : Extraction des résultats avec l'échelle WeeFIM.....	36
Tableau 10 : Carraro, 2014 : Extraction des résultats avec l'échelle MRC.....	37
Tableau 11 : Summers, 2019 : Extraction des résultats avec l'échelle GMFM	38
Tableau 12 : Système GRADE proposé par la HAS pour évaluer la qualité des preuves d'une revue de littérature	47
Tableau 13 : Analyse des biais potentiels de la revue selon le guide de l'ANAES	48

Liste des Annexes

Annexe 1 : Échelle *GMFCS*

Annexe 2 : Échelle *GMFM-88*

Annexe 3 : Échelle *JBI Critical Appraisal Tool*

Annexe 4 : Tableau des études exclues et des justifications d'exclusion

Annexe 5 : Tableau des études incluses dans cette revue

Annexe 6 : Tableaux des caractéristiques de chacune des études incluses

Annexe 7 : Étude Van Schie 2011, effets indésirables et traitements additionnels après SDR

Annexe 8 : Étude Dudley 2013, graphiques illustrant les résultats des différents outils de mesure

Annexe 9 : Étude Summers 2019, effets indésirables après SDR

Annexe 10 : Analyse d'une revue de synthèse selon l'échelle de l'ANAES

1 Introduction

"Quand l'œil parle à la main, leur langage est l'espace"

Bullinger [1]

Ma sensibilité m'a conduite à porter une attention particulière sur le regard et les actes que l'on peut porter envers les individus présentant un handicap, quel qu'il puisse être. Les enfants paralysés cérébraux sont nombreux, représentant 125 000 français [2], bloqués dans leurs difficultés motrices et attendant l'aide nécessaire qui allègera leur quotidien.

La rhizotomie dorsale sélective (SDR) fait partie de l'arsenal thérapeutique permettant de réduire les symptômes chez cette population d'enfants.

1.1 La place de la paralysie cérébrale dans notre société

1.1.1 Contexte

Dans notre société normative, la singularité et la différence peuvent être perçues de façon péjorative. Au-delà des difficultés propres au handicap, c'est la qualité de vie des enfants souffrant de déficiences neuro-motrices, sensorielles ou comportementales, comme celle de leur entourage, qui s'en trouve fortement affectée.

L'annonce du handicap aux parents est toujours brutale et bouleversante. Cet événement inattendu vient rompre avec l'idéal commun de la parentalité, l'inconnu surgit avec son lot d'angoisse et d'incompréhension. Ces derniers feront face à une nouvelle réalité, verront leurs rêves et leurs projets altérés.

De nombreux obstacles se dresseront devant eux tels que l'entrée dans un cursus scolaire conventionnel combinée à l'importante prise en charge médicale et à sa multiplicité de rendez-vous, la pratique de loisirs, la difficulté de s'exprimer, de communiquer et de saisir sa place dans une fratrie, une famille.

La paralysie cérébrale (PC) est un handicap moteur lié à une atteinte neurologique perdurant tout au long de la vie de l'individu atteint, imposant de nombreux frais. Ces derniers représentent une lourde charge financière pour leurs proches mais également pour la société. Entre suivi médical et paramédical, ainsi qu'avec l'adaptation du matériel à l'évolution de l'enfant, les temps d'accessibilité aux autres activités courantes sont souvent réduits.

Cela constitue ainsi une priorité d'éthique et de santé publique. [3]

La paralysie cérébrale constitue le handicap entraînant un trouble du développement parmi les plus précoces et sévères.

1.1.2 Épidémiologie

La paralysie cérébrale touche 17 millions de personnes dans le monde.

Elle représente la première cause de handicap moteur durant l'enfance et touche davantage les hommes que les femmes (1,3 hommes contre 1 femme).

Sa prévalence est de 2 cas pour 1000 naissances. [4]

En France, 125 000 personnes sont atteintes par cette pathologie et on retrouve 4 nouveaux cas de PC par jour¹. Il est important de préciser que cette prévalence est restée globalement stable au cours des vingt dernières années. [5]

1.2 Description de la paralysie cérébrale

1.2.1 Définitions

Introduite en 2007 par *Rosenbaum et al.* [6], la définition internationalement reconnue de la PC, est la suivante :

"Un groupe de troubles permanents du développement du mouvement et de la posture, entraînant une limitation des activités, qui sont attribués à des perturbations non progressives survenues dans le cerveau en développement du fœtus ou du nourrisson. Les troubles moteurs de la PC s'accompagnent souvent de troubles de la sensation, de la perception, de la cognition, de la communication et du comportement, d'épilepsie et de troubles musculo-squelettiques secondaires."

Selon un consensus européen, ce terme représente "un désordre, une lésion ou une anomalie non progressive d'un cerveau en développement ou immature". [7]

Comme le développement cérébral se poursuit durant les deux premières années de la vie d'un enfant, la PC peut survenir en période prénatale, périnatale ou postnatale. Autrement dit, la paralysie cérébrale représente une atteinte sur le cerveau qui survient soit pendant la grossesse soit autour de la naissance, qui est stationnaire, non-évolutive, et qui entraîne des troubles moteurs et posturaux permanents.

Il faut voir la PC comme un panel de symptômes qui seront plus ou moins présents selon les patients. On retrouvera des enfants avec des légers troubles de la marche pendant que d'autres seront complètement dépendants pour n'importe quelles activités de la vie quotidienne. Les degrés de l'atteinte peuvent ainsi être de très légers à très sévères entraînant des tableaux cliniques allant d'une gêne à une dépendance totale sans autonomie.

Les personnes ayant une paralysie cérébrale verront leur quotidien fortement marqué par la rééducation et la réadaptation de leur fonction motrice. [8] On retrouvera un trouble de la commande motrice, une faiblesse musculaire, une spasticité, une dystonie et des rétractions musculo-tendineuses secondaires. La paralysie cérébrale va entraîner des séquelles durables portant sur diverses aptitudes.

¹ <https://www.fondationparalysiecerebrale.org/la-paralysie-cerebrale>

On pourra retrouver, s'ajoutant à ces problèmes moteurs, [9] :

- Des **troubles sensoriels** (de la vue, de l'audition),
- Des troubles de la **déglutition**,
- Des altérations de la **communication** (altération de la parole),
- Des défauts de **perception** (orientation dans l'espace),
- Un retard de **développement cognitif** (chez 50% des enfants atteints)
- Des **problèmes musculo-squelettiques secondaires** tels que des rétractions musculaires ou de l'hypo mobilité articulaire.
- 1 enfant sur 4 aura également des crises d'épilepsie.

Ces troubles auront des conséquences diverses et variables sur les enfants atteints. On pourra par exemple retrouver [10] :

- une importante fatigabilité
- des troubles du comportement (agressivité, repli sur lui-même...)
- des troubles de l'apprentissage tels que la dyspraxie, la dysorthographe ou encore la dyslexie
- des troubles du sommeil (chez 1/4 des enfants atteints)
- des douleurs chroniques (chez ¾ des enfants atteints)
- des troubles de la propreté dus à un dysfonctionnement vésicosphinctérien

Il est donc nécessaire de se pencher sur l'avenir des enfants PC afin d'apporter des réponses sur leur prise en charge et de les aider à se développer dans les meilleures conditions possibles.

1.2.2 Aspects historiques et évolution des termes

On retrouve deux périodes distinctes dans l'avancée de la classification des termes faisant référence aux lésions cérébrales de l'enfant. [10]

Premièrement, les années 1960 où *Guy Tardieu*, neurologue de renom, et *Trélat* ont proposé une distinction entre l'infirmité motrice cérébrale (IMC) et l'infirmité motrice d'origine cérébrale (IMOC). On retrouvera **les IMC**, une population de personnes handicapées motrices avec un quotient intellectuel supérieur à 70 pouvant présenter des troubles sensoriels (notamment de la vision). **Les IMOC**, eux, seront atteints par des troubles moteurs, sensoriels, viscéraux et cognitifs avec un retard mental élevé et des perturbations du comportement.

C'est par la suite que, dans les années 1980, *Élisabeth Zucman*, médecin de réadaptation fonctionnelle, a décrit une population d'enfants souffrant d'un handicap grave s'accompagnant d'importantes déficiences mentales et motrices par le terme de "**polyhandicap**". On retrouvera une limitation importante de leur autonomie avec une dépendance aux aides techniques et humaines, une altération relationnelle ainsi que de leur perception et de leur capacité d'expression. [8]

De nos jours, *Rosenbaum* [11] propose une classification des enfants PC en prenant en compte les troubles moteurs, les troubles associés, l'étiologie, la topographie de l'atteinte et les lésions visibles à l'imagerie.

La classification actuelle de la paralysie cérébrale est ainsi fonction des divers tableaux cliniques présentés **ci-après (1.2.4)**. On la classera alors selon le symptôme neurologique prédominant (la spasticité, l'ataxie ou la dyskinésie), selon la localisation ou selon la sévérité de l'atteinte avec l'utilisation de différentes échelles (*GMFCS* et *MACS*). Les différents types pourront alors être légers, modérés ou sévères ou encore avoir une forme dite courante ou une forme dite mixte. [12]

1.2.3 Étiologie de la paralysie cérébrale

La PC est la conséquence de lésions cérébrales de type anoxie et/ou ischémie avec des mécanismes biologiques de mort neuronale. Ces lésions peuvent survenir à la suite de différents phénomènes qui seront détaillés ci-dessous.

La paralysie cérébrale est complexe et multifactorielle. Il s'agira d'un enchaînement d'évènements pouvant survenir à trois périodes définies [8] [13]:

- **En période anténatale** : De nombreux facteurs peuvent engendrer une PC. On pourra retrouver l'existence de **facteurs inflammatoires** tels que des fœtopathies infectieuses dues à la rubéole, au cytomégalovirus ou encore à la toxoplasmose ou des **facteurs génétiques** [14] en constatant qu'il existe un risque accru d'incidence de PC dans les familles où un enfant est déjà atteint.

On relèvera des **facteurs sociaux** avec un suivi de grossesse souvent irrégulier, un risque d'accouchement prématuré accru ainsi qu'un risque majoré d'infection pendant la grossesse dans les milieux de vie défavorisés. Des **facteurs toxiques** entrent également en jeu avec la consommation d'alcool ou de drogues mais également l'exposition à des substances chimiques comme certains produits ménagers.

Il existe également des facteurs de risques tels que : la prématurité avec moins de 32 semaines de gestation (un paralysé cérébral sur deux est un ancien prématuré), un poids de naissance inférieur à 1500g, le cas de grossesses multiples, un retard de croissance intra-utérin, un traumatisme durant la gestation et enfin la naissance post-terme avec l'exposition du cerveau à des réactions hypoxiques par l'involution du placenta.

- **En période périnatale** (28^{ème} semaine de grossesse jusqu'au 7^{ème} jour de vie) : Dans 6% des cas, La PC sera due à l'asphyxie survenant durant l'accouchement. Elle pourra provenir d'un Accident Vasculaire Cérébrale (AVC) ou encore d'un ictère sévère (appelé couramment la "jaunisse").
- **En période postnatale** (avant 2 ans) : La PC acquise après la naissance concerne 10 à 20% de patients et peut être due à un traumatisme crânien, une chute/ un accident, un AVC, une réanimation d'une mort subite du nourrisson, la maltraitance (enfant secoué ou battu) ou encore une noyade.

Il semble important de préciser que dans un tiers des cas, on ne retrouvera pas la cause exacte de la paralysie cérébrale.

1.2.4 Les différentes formes cliniques

On distingue diverses présentations cliniques dépendantes du moment de survenue de la lésion, de son étendue, de sa localisation et de sa nature. Dans la terminologie courante, les trois formes les plus fréquemment retrouvées sont les suivantes [15] :

- **Diplégie spastique** ou syndrome "de Little" : Elle représente 35% des cas de paralysie cérébrale et provient de lésions anoxiques de la substance blanche sur des zones péri ventriculaires. On retrouvera une paralysie incomplète des membres inférieurs et des yeux avec la présence d'un strabisme. Les pieds présenteront un équin et les hanches seront en flexion / adduction. Ce type de PC concernera le plus souvent des enfants prématurés avec des langages et des développements cognitifs normaux. [16]
- **Hémiplégie cérébrale infantile** : C'est la deuxième forme clinique la plus fréquente derrière la diplégie spastique. La plupart du temps, le premier symptôme sera détecté par les parents : le poing de leur enfant fermé, de façon permanente, durant les activités ou l'habillage (signe du body). On retrouvera également une latéralisation précoce et un manque de souplesse du membre supérieur. Les étiologies principalement retrouvées avec cette forme clinique sont les AVC en période périnatale ou encore les lésions cérébrales dues à la prématurité. [17]
- **Tétraparésie dyskinétique** : C'est une paralysie incomplète des quatre membres qui n'est pas symétrique. Ainsi, un membre supérieur sera toujours plus fonctionnel facilitant des actions de la vie quotidienne comme la réalisation de jeux ou l'usage d'un fauteuil roulant électrique (FRE) par exemple. Elle correspond à une lésion des noyaux gris centraux, notamment avec une cause d'anoxie néonatale.

Pour mieux comprendre ces termes, on distingue trois principaux systèmes de classifications.

1.2.4.1 Classification selon le symptôme neurologique prédominant

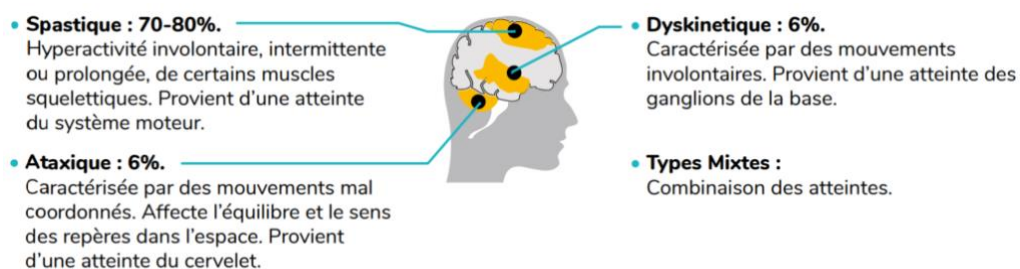


Figure 1 : Les formes de PC selon le symptôme neurologique prédominant²

² Copyright © Kerr Graham, Bill Reid and Adrienne Harvey, The Royal Children's hospital, Melbourne

	Forme spastique (75% des cas)	Forme dyskinétique ou athétosique (Moins de 10% des cas)	Forme ataxique (Moins de 10% des cas)	Forme mixte
Caractéristiques [8]	Caractérisée par des contractions musculaires associées à de l'hypertonie. Cela perturbera la tenue de postures et les mouvements de la vie quotidienne.	Caractérisée par des mouvements involontaires, stéréotypés, fréquents et incontrôlables. Ces derniers peuvent toucher la langue et provoquer des troubles de la déglutition	On retrouvera un syndrome cérébelleux classique avec des déficits en termes de coordination motrice volontaire et d'équilibre.	Elle regroupera des éléments des différentes formes.
Origine	Dysfonctionnement des faisceaux cortico-spinaux descendants.	Lésions des noyaux gris centraux	Lésion du cervelet	

Tableau 1 : Caractéristiques et origine des différentes formes de PC selon le symptôme neurologique prédominant

1.2.4.2 Classification selon la localisation de l'atteinte

Cette catégorisation s'effectuera suivant le nombre et la localisation des segments touchés. Elle sera **unilatérale** si l'atteinte se situe sur un seul hémicorps et **bilatérale** si cette dernière se trouve sur les deux hémicorps. [2]

Dans ce dernier cas, on retrouvera :

- La diplégie où les deux membres inférieurs sont atteints.
- La triplégie où les deux membres inférieurs et un membre supérieur sont atteints. L'atteinte sera plus déficitaire sur l'hémicorps où le membre supérieur est touché.
- La tétraplégie où les quatre membres sont atteints.

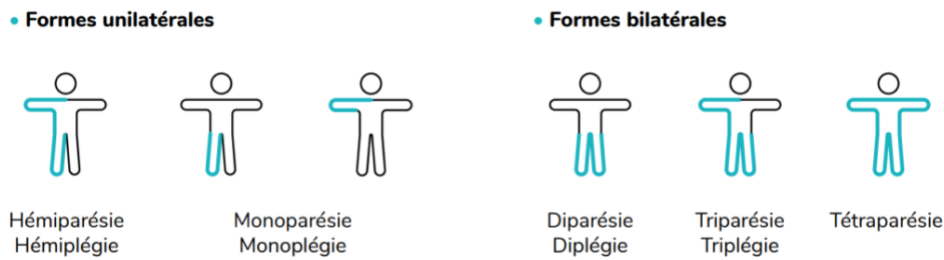


Figure 2 : Classification de la PC selon la localisation de l'atteinte³

1.2.4.3 Classification selon la sévérité de l'atteinte

On retrouve deux principaux systèmes de classification. [8]

Sur la fonction motrice globale : Le *Gross Motor Function Classification System* (GMFCS). C'est une classification de référence qui s'appuie sur la motricité globale, le maintien postural et des paramètres de la déambulation (vitesse, asymétrie de longueur ou de fréquence des pas...).

On aura 5 niveaux distincts : du premier, le plus léger, (se déplace sans difficulté notable) au cinquième, le plus lourd (nécessite l'aide d'une tierce personne).

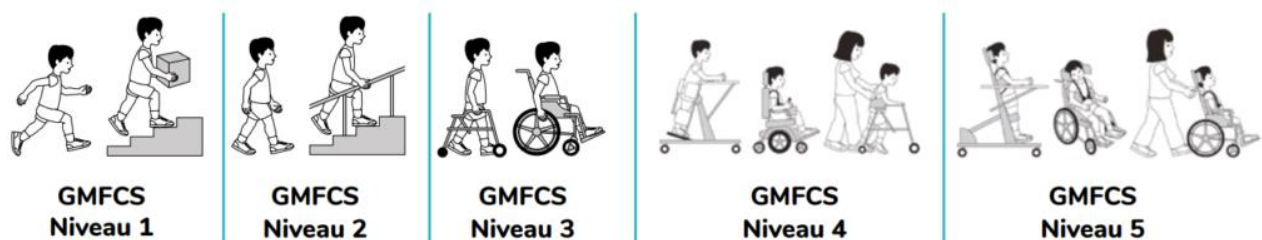


Figure 3 : Les différents stades de PC en fonction du GMFCS⁴

Sur la motricité spécifique du membre supérieur on retrouve le *Manual Ability Classification System* (MACS) qui comporte également cinq stades. Ces derniers concernent le niveau de préhension, c'est-à-dire la capacité à se servir de leurs mains et à manipuler des objets durant les activités de la vie quotidienne.

³ Copyright © Kerr Graham, Bill Reid and Adrienne Harvey, The Royal Children's hospital, Melbourne

⁴ Copyright © Kerr Graham, Bill Reid and Adrienne Harvey, The Royal Children's hospital, Melbourne

1.2.5 Diagnostic de la paralysie cérébrale

Il n'est pas facile d'établir le diagnostic de PC. Les neurologues attendent que les signes cliniques de la pathologie deviennent concordants et cohérents pour affirmer ce diagnostic, ce qui nécessite d'attendre les deux ans de l'enfant environ.

Il apparaît donc être particulièrement inhabituel et complexe de diagnostiquer avec certitude la paralysie cérébrale d'un nouveau-né tant qu'il n'a pas manqué une étape clef de son développement comme la tenue de tête et la prise pouce-index à 3 mois ou encore le fait de ramper aux alentours de 10 mois. [18]

Les parents constituent un élément primordial à ce diagnostic car ils peuvent identifier chez leur enfant une particularité inquiétante restée invisible à l'imagerie. De plus, l'anamnèse du patient avec des informations telles que le déroulement de la grossesse, de la naissance et de la période post natale est fondamentale pour établir la présence de facteurs de risques de PC. [19]

L'observation d'un développement moteur lent, d'une forte prédominance d'un membre par rapport à l'autre avant la première année, d'un tonus musculaire anormal et d'une posture inhabituelle sont des indices initiaux fréquents.

Par ailleurs, on pourra observer les réflexes infantiles spécifiques. Le réflexe de Moro par exemple (extension et abduction des membres supérieurs lors d'une perturbation de l'équilibre de l'enfant) doit disparaître aux alentours de 6 mois. La persistance de ce réflexe évoque un retard de développement qui peut correspondre à un cas de PC.

La surveillance de symptômes associés tels que les troubles de l'audition ou de la vision, les crises d'épilepsie, les problèmes de perception ainsi que les dysfonctions cognitives peuvent aider au diagnostic de PC.

Des techniques d'imageries médicales peuvent mettre en évidence des lésions cérébrales, comme l'imagerie par résonance magnétique (IRM) et la tomodensitométrie (TDM). 90% des patients avec une PC présenteront des résultats anormaux. [20]

Un diagnostic précoce constitue un élément fondamental car il va permettre la mise en œuvre d'une prise en charge adaptée qui limitera l'apparition de complications orthopédiques et surtout qui préservera le bien-être et l'autonomie de l'enfant. [8]

Par ailleurs, il est important de préciser que la sévérité du handicap est difficile à établir avant l'âge de deux ans. En effet, des modifications s'effectueront continuellement au cours de son développement.

1.2.6 Les conséquences et le devenir

Selon la définition, les lésions cérébrales causées par la PC seront stationnaires, non progressives et non dégénératives. Cette pathologie aura tout de même un retentissement présent tout le long de la vie de l'individu.

Ainsi, tout comme les enfants atteints, les adultes pourront avoir des capacités fonctionnelles et intellectuelles très diverses, variant d'une autonomie totale à la dépendance d'un tiers pour accomplir des tâches de la vie quotidienne.

L'objectif principal de la famille et de l'entourage de l'enfant handicapé sera la recherche de cette autonomie. Cette dernière variera selon chacun, selon le contexte social et environnemental (trottoirs adaptés, logement équipés, état des routes...).

L'espérance de vie des paralyés cérébraux tend tout de même à s'allonger au vu des évolutions dans de nombreux domaines tels que le système de santé, le contexte économique et social, ainsi que l'implication de l'entourage auprès de la personne handicapée. [6]

1.2.7 Les options thérapeutiques de la paralysie cérébrale

L'objectif de la prise en charge thérapeutique de la PC ne sera pas la guérison ou l'atteinte de la normalité, mais d'augmenter le niveau fonctionnel de l'enfant et d'optimiser ses capacités motrices. On cherchera à maintenir la santé en termes de déambulation, de développement cognitif, d'interaction sociale et d'autonomie. [19]

La prise en charge optimale pour l'enfant est dictée par des principes clefs :

- Les meilleurs résultats seront obtenus avec des interventions thérapeutiques précoces dès le plus jeune âge.
- La mise en place d'objectifs réalisables exprimés par l'enfant et/ou ses parents afin de permettre une adhésion au traitement. Cette adhésion doit respecter la non-douleur et la motivation de l'enfant par les aspects ludiques de la prise en charge.
- Une prise en charge pluridisciplinaire avec des médecins, des kinésithérapeutes, des orthophonistes, des ergothérapeutes...

1.2.7.1 Les traitements médicamenteux

De nombreux traitements médicamenteux visant à réduire **les symptômes** de spasticité et de dystonie existent.

On retrouvera des médicaments **administrés par voie orale** comme des neuroleptiques, des antiépileptiques, des antalgiques ou encore des anticholinergiques (particulièrement utiles pour la spasticité et la dystonie associées). [8] La plupart de ces derniers ont un retentissement sur la mémoire, la vigilance et les troubles de la déglutition. Il semble nécessaire de contrôler l'efficacité et les conséquences défavorables qu'ils peuvent avoir en réalisant des bilans.

Parmi les traitements médicamenteux, on retrouvera également **l'injection intramusculaire de toxine botulique**. Cette neurotoxine est utilisée depuis une trentaine d'année dans le but de réduire la spasticité. L'injection de toxine botulique est efficace pour réduire la suractivité musculaire localisée et gênante chez les enfants atteints de PC. Cette substance va ainsi bloquer l'influx nerveux entre le nerf et le muscle, le paralysant temporairement.

Elles agissent sur les conséquences de la PC mais pas sur sa cause. Ce sont des interventions réversibles, non douloureuses et efficaces avec un effet transitoire. [21]

La toxine botulique est utilisée en complémentarité d'un traitement kinésithérapique. Elle aura un effet préventif sur le plan orthopédique et aidera le kinésithérapeute à travailler sur des schémas moteurs se rapprochant d'un état fonctionnel davantage physiologique.

On utilise la toxine pour forcer l'allongement musculaire et ainsi proposer d'autres sensations. Cela permet de jouer sur la plasticité cérébrale qui représente la capacité du cerveau à se modifier lors d'apprentissages.

Il arrive que certains enfants se servent de leur spasticité pour accomplir certaines tâches motrices. Chez ces derniers, il n'y aura aucune amélioration avec l'injection de toxine botulique et parfois même une dégradation de leur niveau fonctionnel. Il est bien entendu possible d'évaluer cette sélectivité du mouvement avant d'envisager l'injection de toxine botulique par des techniques rééducatives spécifiques permettant de neutraliser la spasticité. [22]

1.2.7.2 Le traitement kinésithérapique

Le but de la prise en charge en tant que kinésithérapeute spécialisé en rééducation neuro-pédiatrique est d'aider à optimiser le développement moteur en prévenant l'apparition des complications orthopédiques. [13]

La prise en charge des enfants paralysés cérébraux doit amener l'enfant vers un niveau fonctionnel optimal. Il doit être pris en charge dans sa globalité. Il faut intégrer les parents comme acteurs principaux du développement de leur enfant, leur apprendre des gestes de la vie quotidienne qui aident les enfants à mieux se construire. [19]

L'enfant handicapé est mis en échec par un corps qu'il n'arrive pas à maîtriser. Le kinésithérapeute jouera alors un rôle clef. Il va devoir susciter l'intérêt et saisir le potentiel de chacun des enfants qu'il prendra en charge afin de développer une grande autonomie fonctionnelle dans des conditions épanouissantes et amusantes. [22]

La prise en charge reposera sur quatre outils fondamentaux :

- **La stimulation sensori-motrice** c'est-à-dire l'utilisation des perceptions sensorielles pour favoriser le maintien postural et le tonus de l'enfant.
- **La proprioception** soit l'adaptation des réactions toniques au déplacement du corps dans l'espace.
- **L'adaptation** c'est-à-dire la plasticité cérébrale dans le temps.
- **L'activité physique** représentée par les déplacements dans l'espace accompagnés de performances allant des Niveaux d'Évolutions Motrices (NEM) jusqu'à l'Activité Physique Adaptée (APA).

Le cerveau en développement est extrêmement plastique. La plasticité cérébrale va être influencée de façon positive ou négative par l'expérience (ou le manque d'expérience) ou par des facteurs environnementaux. C'est la capacité du cerveau à apprendre.

L'éducation psychomotrice utilise cette plasticité pour automatiser des réponses motrices et prévenir les effets indésirables dus aux déséquilibres musculaires. [8]

Le kinésithérapeute va guider l'enfant en lui permettant d'utiliser des schémas moteurs se rapprochant de la "normalité". La qualité de la commande motrice sera évaluée car bien souvent la spasticité parasite le mouvement. Le travail du kinésithérapeute devra être **global**, il devra contrôler l'organisation motrice de l'enfant afin d'optimiser ses schémas moteurs. [23]

Les lésions cérébrales survenant chez les enfants paralysés cérébraux vont entraîner des anomalies de la commande musculaire et des déséquilibres entre activités agonistes et antagonistes.

On retrouvera des muscles dits "forts" : le triceps sural, l'ilio-psoas, les adducteurs de hanche et d'épaule, les pronateurs, les fléchisseurs du coude, du poignet et des doigts.

Ils vont maintenir les articulations selon une mauvaise position, une attitude vicieuse. On cherchera à les étirer avec des postures instrumentales, des appareillages ou à travers certains exercices.

On retrouvera également des muscles dits "faibles" : les releveurs du pied, les fibulaires, le moyen fessier, le grand fessier, les extenseurs du membre supérieur.

Ils se retrouveront en position longue, étirée, ils ne seront pas efficaces. On utilisera la rééducation active sur ces derniers, en favorisant les répétitions et la stimulation psychomotrice. [1]

Il sera important d'enseigner à ces enfants des mouvements et de les répéter afin de les stimuler et de les éveiller même si la qualité du geste est altérée. Pendant ces apprentissages, il faudra veiller à diminuer les rétractions musculaires et les déformations orthopédiques qui nuisent à leur autonomie. L'éducation thérapeutique prend une part importante dans la rééducation, notamment pour l'apprentissage de l'indépendance. Il faudra respecter le rythme des enfants, favoriser le développement sensoriel et moteur mais aussi l'éveil, les manipulations, les aider à se déplacer, réaliser des aides à la posture et des appareillages. [1]

1.2.7.3 Les traitements chirurgicaux

La chirurgie n'agit pas au niveau de la lésion cérébrale. On retrouve des chirurgies orthopédiques, visant à prévenir et à corriger des déformations articulaires, et des neurochirurgies, visant à diminuer la transmission d'ordres moteurs anormaux. Elles sont à utiliser en dernier recours, après une réelle réflexion et après avoir éliminé les traitements non opératoires envisageables. [8]

Les interventions chirurgicales orthopédiques auront pour objectif de redonner une mobilité articulaire fonctionnelle, de corriger des déformations en rééquilibrant les forces musculaires qui s'appliquent et en dernier recours le blocage d'une articulation dans sa position de fonction. L'opération multi-site ou multi-étagée fait partie de ce panel d'interventions et concerne l'ensemble des membres inférieurs altérés de façon mécanique. En une opération, on tentera de corriger l'ensemble des lésions responsables de l'altération de la marche. [24]

Parmi **les neurochirurgies**, on retrouvera le plus fréquemment le **Baclofène intrathécal (ITB)**, appareil programmable injectant un médicament dans le liquide céphalorachidien (LCR) afin d'agir comme un myorelaxant pour la spasticité grave, et la rhizotomie dorsale sélective décrite **ci-dessous**.

1.3 La Rhizotomie Dorsale Sélective

1.3.1 Contexte

Réduire la spasticité chez les enfants atteints de PC est tentée par de nombreuses stratégies, à la fois médicales et chirurgicales.

La rhizotomie dorsale sélective est une procédure destinée à minimiser ou éliminer la spasticité en coupant sélectivement les racelles dorsales des segments L1 à S2 de la moelle épinière.

La SDR est une intervention lourde qui aura ainsi pour objectif de diminuer **la spasticité**. Ce désordre moteur sera responsable de la raideur musculaire mais également des déformations osseuses qui seront souvent à l'origine de pénibles douleurs nécessitant des opérations orthopédiques lourdes n'aidant pas forcément à la progression motrice de l'enfant.

1.3.2 Mécanisme de la spasticité

La spasticité découle d'une lésion des motoneurones supérieurs.

Ces derniers sont des neurones dont les axones font synapse avec un motoneurone inférieur de manière directe (ou indirecte via un pool d'interneurones). Ils jouent un rôle clef dans la commande musculaire pour effectuer un mouvement défini.

La définition actuelle et reconnue de la spasticité est la suivante : [25] « Contrôle sensorimoteur désordonné, découlant d'une lésion des motoneurones supérieurs et se manifestant par l'activation involontaire intermittente ou soutenue des muscles ».

Du point de vue clinique, cela signifie une augmentation du tonus musculaire.

De façon physiologique, lorsque la fibre musculaire est étirée, les informations emprunteront une voie réflexe allant des fuseaux musculaires jusqu'à la moelle épinière à travers des motoneurones sensoriels. Des signaux efférents seront alors transmis au muscle d'où le stimulus est parti. Cette synapse au niveau de la moelle épinière permet de protéger le muscle d'un étirement excessif par une réponse de contraction musculaire. Il s'agit **du réflexe myotatique d'étirement**. [26]

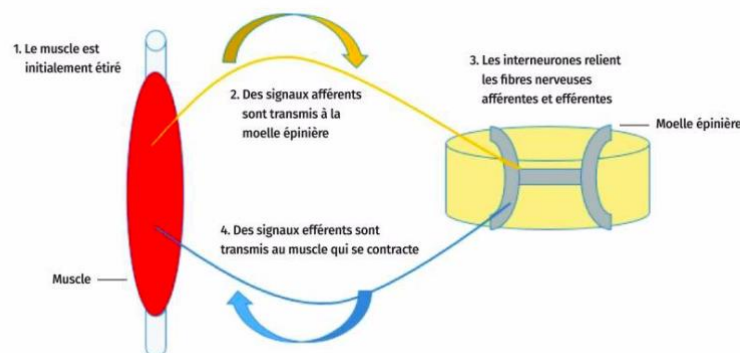


Figure 4 : Le réflexe d'étirement myotatique

La spasticité constitue donc un trouble se traduisant par une augmentation du réflexe myotatique ainsi que des modifications mécaniques des muscles qui deviendront plus fibreux.

L'hyperexcitabilité de ce réflexe d'étirement augmentera donc le tonus musculaire après l'étirement passif d'un muscle. [27]

La spasticité est une complication secondaire de la paralysie cérébrale, présente dans 75% à 85% des cas. Dans la PC spastique, les dommages cérébraux entraînent une diminution des régulations descendantes dans la synapse de la moelle épinière, ce qui entraîne une activité excessive des motoneurons alpha et une spasticité. Autrement dit, la spasticité de la PC est causée par une altération des voies motrices descendantes. [25]

1.3.3 Rôle de la rhizotomie dorsale sélective

Débutons avec l'explication de l'étymologie de la rhizotomie pour mieux comprendre le rôle exact de cette intervention.

Le mot rhizome vient du grec $\rho\acute{\iota}\zeta\omega\mu\alpha$ qui veut dire « touffe de racines ». Le suffixe -tomie vient du grec $\tau\omicron\mu\acute{\eta}$ qui signifie « action de couper, incision ».

La rhizotomie dorsale sélective (SDR) est une section partielle d'une ou de plusieurs racines dorsales, proposée dans les formes de spasticité diffuses des membres inférieurs des enfants atteints de PC en alternative à l'ITB. [8]

Cette section passera soit par une laminoplastie à travers laquelle une ou plusieurs portions de la lame (partie postérieure d'une vertèbre) seront retirées pour élargir le canal rachidien et exposer les racines dorsales, soit par une laminectomie, où la lame vertébrale sera retirée dans son ensemble.

La SDR repose sur le fait que les motoneurons sensitifs afférents qui arrivent, via les racines dorsales, dans la synapse de la moelle épinière ont un impact excitateur sur la sortie efférente via les motoneurons alpha.

Elle vise ainsi à réduire la quantité d'excitation transportée par les neurones moteurs alpha et à diminuer l'exagération du réflexe myotatique, donc la spasticité.

Autrement dit, cette intervention se réalisera par la section, dans la colonne vertébrale, des nerfs sensitifs reliés aux muscles spastiques du membre inférieur.

Le neurochirurgien testera chacun des nerfs avec un stimulus électrique associé au monitoring électromyographique et c'est ainsi qu'il pourra sectionner, durant l'opération, ceux présentant une réponse anormale. [28] Ce geste de section concernera en général entre 40 et 60 % des racelles de chacune des racines postérieures. [8]

1.3.4 Aspect historique et évolution

- *Sherington* a montré que la section des voies cortico-spinales engendrait des contractures musculaires diffuses (appelées rigidité de décérébration) et qu'une fois les racines postérieures coupées, on observait une diminution du tonus musculaire chez les chats.

La voie est alors tracée pour diminuer la spasticité en visant les racines dorsales. Pour réduire ce désordre moteur, il faudrait agir par interruption des réflexes monosynaptiques d'étirement. La section partielle des racines dorsales diminuerait le signal excitateur afférent qui est hyperactivé par défaut d'inhibition de la voie cortico-spinale et qui serait à l'origine, en grande partie, de la réponse motrice exagérée observée dans la spasticité. [29]

- *Abbe* 1880 : Il a effectué la première rhizotomie postérieure mais avait pour objectif la gestion de la douleur. [29]
- *Bennet et Dana* : Ils ont également pratiqué cette intervention pour diminuer la douleur mais ont mis en évidence une autre conséquence importante : le soulagement de la spasticité. [29]
- *Forster* 1900 : Il effectuait la section totale des racines nerveuses postérieures de T1 à S2 (sans L4 pour garder l'extension du genou). Les résultats étaient globalement positifs mais il a pu constater un retour de la spasticité à long terme accompagné d'une perte sensorielle au niveau proprioceptif. De plus, le tonus étant parfois trop supprimé, les enfants se servant de leur spasticité avaient une perte fonctionnelle. [30]
- *Gros et al.* 1960, Montpellier : Cette technique préconisait une section non sélective de 80% des racines nerveuses de L1 à S1 avec une adaptation selon l'état clinique du patient. Selon la classification, on prenait en charge la spasticité dite « invalidante » et on ne s'occupait pas de celle « bénéfique ».
Il y avait un examen préopératoire électro-physiologique pour identifier les groupes musculaires principalement innervés par chaque radicelle postérieure. Cette méthode a obtenu de très bons résultats. [28]
- *Fasano et al.* 1978 : La sélection des radicelles postérieures à couper se fondait sur les résultats électro-physiologiques fonctionnels de la stimulation électrique peropératoire et non sur la base de la classification selon l'état clinique. Ils utilisaient des fréquences croissantes de stimulation (30 à 50 Hz).
Lorsque la contraction musculaire se produisait au premier stimulus et était suivie d'une relaxation durant le reste de la période de stimulation, les radicelles étaient considérées comme relativement peu impliquées dans le maintien de la spasticité.
À l'inverse, lorsque la contraction musculaire était soutenue, se propageant même dans le membre inférieur controlatéral, les membres supérieurs, voire les muscles du tronc et du cou, les radicelles étaient considérées comme impliquées dans le maintien de la spasticité et seraient coupées pour tenter de la soulager. [28]
- *Peacock et Arens*, 1980 : À la différence de la méthode de *Fasano et al* dans laquelle les radicelles étaient exposées suivant le niveau T12-L2, la méthode de *Peacock et Arens* ouvraient de L2 au sacrum pour éviter d'engendrer le dysfonctionnement de la vessie relevé par *Fasano*.
- *Marc Sindou*, Lyon, 2014 : Il a développé la méthode de SDR inter-laminaire ou multiétagée pour limiter les lésions ligamentaires vertébrales. La voie d'abord est moins invasive centrée sur les niveaux radiculaires ciblés. [8]

Le mode opératoire dans lequel les radicelles postérieures sont coupées sur la base des résultats électro-physiologiques fonctionnels de la stimulation électrique peropératoire, est devenue le type prédominant de SDR.

Cependant, la validité de ce concept a été remise en question. En effet, anatomiquement parlant, chaque radicelle postérieure contient des centaines ou des milliers de fibres nerveuses et on ne possède aucune preuve sur le fait que les axones soient répartis ensemble à l'endroit de la section la plus périphérique.

De plus, si une réponse électro-physiologique « anormale » est observée avec la stimulation, on ne sait pas si cela reflète l'état fonctionnel de la plupart des fibres nerveuses de cette radicelle ou simplement l'état des axones avec les seuils les plus bas. [28]

Par ailleurs, dans les années 1990, l'introduction de l'ITB a réduit la fréquence d'application de la SDR ce qui a diminué les études réalisées à son propos.

1.3.5 Procédure opératoire

D'importantes variations existent entre les centres dans la manière d'aborder cette intervention. La plupart du temps, la SDR sera réalisée en utilisant des variantes de l'approche chirurgicale décrite par *Peacock*. [28]

Le patient sera placé sur la table d'opération en décubitus ventral. Des électrodes et des aiguilles seront placées bilatéralement dans les muscles sélectionnés durant les examens électro-physiologiques peropératoires.

L'objectif suivant sera la localisation du cône médullaire par l'intermédiaire d'une échographie afin de réaliser une laminectomie à un seul niveau, plus courante de nos jours, à la différence du protocole de *Peacock*.

En effet, le cône médullaire se termine entre les niveaux rachidiens T12 et L3. Ainsi, pour qu'une laminectomie soit limitée à un seul niveau, l'étage doit être délimité de manière précise à distance de la queue de cheval. [31]

Le cône sera ensuite exposé en retirant l'apophyse épineuse. L'ablation d'une seule lame permettra ainsi l'exposition des racines nerveuses dorsales (sensorielles) et ventrales (motrices). Les racines motrices seront protégées durant toute l'intervention. [30]

Le chirurgien devra réaliser une séparation des racines dorsales et ventrales, il utilisera une fente qui constitue un rapport anatomique très important pour cette étape.

Un microscope opératoire sera ensuite utilisé pendant les tests électro-physiologiques et la section des fascicules de la racine dorsale. [31]

Les variables procédures s'accordent pour réaliser la section de 40 à 60 % des radicelles postérieures. Cette opération dure en moyenne 4 heures. [28]

1.3.6 Intérêt de la Rhizotomie Dorsale Sélective

La SDR est une intervention irréversible entraînant une certaine appréhension pour les parents envisageant diverses options thérapeutiques pour leur enfant.

C'est une intervention qui a cependant l'intérêt majeur de ne pas être temporaire comme les injections de toxines botuliques. Elle permet une inhibition de la spasticité et par conséquent limite les déformations orthopédiques que cette dernière peut entraîner. Ainsi les traitements orthopédiques lourds pourraient ne plus être nécessaires.

1.3.7 Rééducation post-opératoire

La mise en place d'une conséquente rééducation en période post-opératoire est indispensable et conditionne les résultats de la SDR selon le NICE (*National Institute for Health and Clinical Excellence*). [32]

Le protocole utilisé varie selon les centres mais de manière générale, la prise en charge débutera après 2 à 3 jours d'alitement, par l'intermédiaire de 2 séances de kinésithérapie et d'ergothérapie par jour. Elle devra s'effectuer suivant cette même fréquence pendant 3 à 6 semaines.

Un relai sera ensuite effectué avec la poursuite de séance kinésithérapiques suivant un rythme de 3 à 5 séances durant la semaine pendant une durée variable selon les auteurs (4 à 12 mois) mais qui se modulera en fonction des capacités fonctionnelles et de l'évolution de l'enfant. [32][33]

La prise en charge sera centrée sur le renforcement musculaire, l'acquisition des fonctions motrices fines et l'amélioration de la commande sélective du mouvement.

Ce type de réadaptation assez dense est particulièrement difficile, mais elle le sera d'autant plus que les enfants paralysés cérébraux possèdent des problèmes d'apprentissage et de comportement associés. La fatigue peut également être un problème considérable et il faudra tenir compte de la nécessité de repos entre les séances.

Il est ainsi important que l'entourage de l'enfant ait conscience que le réapprentissage du mouvement peut être un processus lent. [34]

1.4 L'état fonctionnel de l'enfant paralysé cérébral

L'état fonctionnel d'un enfant paralysé cérébral variera d'un individu à un autre de manière considérable et sera fonction de nombreux paramètres. Il sera influencé par la sévérité de l'atteinte, le symptôme neurologique prédominant mais également par la présence de troubles associés.

1.4.1 L'échelle de classification GMFCS

Ce sont des équipes anglo-saxonnes qui ont introduit et fait évoluer l'échelle GMFCS en 1997, en se basant sur l'outil de mesure : *Gross Motor Function Measure* (GMFM).

Le système de classification en 5 stades distincts du GMFCS (**annexe 1**) se base sur la réalisation de mouvements volontaires qui se veulent fonctionnels en se rapprochant d'actions de la vie quotidienne.

La base de cette classification est de mettre l'accent sur **les aptitudes** des enfants paralysés cérébraux et non **leurs restrictions**. Elle mettra notamment en évidence la capacité à maintenir la station assise, à réaliser des transferts et à se mouvoir. [35]

La classification GMFCS est l'outil de référence indispensable pour décrire une population d'enfants paralysés cérébraux selon leur état fonctionnel. Du fait de sa simplicité visuelle et explicative, sa reproductibilité inter-évaluateur est excellente, étant comprise par la plupart de la population, allant des professionnels de santé jusqu'aux membres de la famille.

L'échelle de cotation part de 0 jusqu'à 3 avec [8] :

- 0 : aucune ébauche dans la tentative
- 1 : une ébauche de 10% dans la tentative
- 2 : ébauche partielle
- 3 : Réussite à 100%

Le résultat se fera sous forme de courbe pour chacune des rubriques : couché et retournements / quatre pattes et à genoux / station debout / marche, course et saut. Cela permettra de visualiser le progrès de l'enfant entre plusieurs évaluations successives. Le côté qualitatif du mouvement en lui-même ne sera pas évalué, on distinguera deux niveaux de motricité en fonction d'un éventuel appareillage utilisé. On aura également une courbe globale des résultats qui permettra de définir le niveau GMFCS. En l'absence d'intervention, les niveaux GMFCS restent en moyenne stables dans le temps.

1.4.2 Instrument de mesure

Il est primordial d'être capable de mesurer de manière fiable **l'évolution des aptitudes motrices globales** des enfants atteints de PC pour évaluer l'efficacité d'une intervention.

L'instrument de mesure GMFM est considéré comme le "gold standard" [36] pour décrire l'évolution de l'état fonctionnel des paralysés cérébraux. En effet, il existe une corrélation entre les différents niveaux de la GMFCS et des différences de GMFM.

Le GMFM est l'instrument de mesure le plus utilisé pour détecter ces changements de fonction motrice globale. Il s'agit d'un outil de mesure standardisé et référencé, créé pour mesurer la fonction motrice globale au fil du temps des enfants atteints de PC de 5 mois à 16 ans. [37]

La version la plus ancienne du GMFM est connue sous le nom de GMFM-88 et la version la plus récente est appelée GMFM-66.

1.5 L'objectif de la revue de littérature

Au terme de cette introduction, de nombreux constats ont été mis en évidence.

La paralysie cérébrale est une vaste pathologie avec des tableaux cliniques variant d'un individu à un autre. Les données épidémiologiques de la PC montrent qu'elle concerne de nombreuses familles, constituant ainsi un problème de santé publique majeur. Les solutions thérapeutiques proposées sont diverses et doivent être proposées au cas par cas selon l'âge de l'enfant, la sévérité de son atteinte et les symptômes majoritaires. Elles seront choisies de manière réfléchie car elles possèdent des conséquences variables et des effets indésirables.

La rhizotomie dorsale sélective fait partie de l'arsenal thérapeutique de cette pathologie et permettrait d'améliorer l'état fonctionnel des enfants atteints en réduisant leur spasticité. Cette intervention a énormément progressé et est utilisée de façon croissante dans le traitement de la spasticité de la PC. Le fait de supprimer la spasticité, permet de limiter l'apparition de déformations orthopédiques et d'accroître le niveau fonctionnel entraînant une meilleure autonomie.

Les études existantes mettent en évidence des résultats variables, montrant que la SDR est une intervention controversée. L'essai clinique randomisé (ECR) publié en 1998 par **McLaughlin et Al** [38] a constaté que la SDR n'entraînait pas de gains fonctionnels par rapport à un traitement kinésithérapique seul. Durant la même année, **Wright et Al** [39], ont mis en évidence l'effet inverse à travers un ECR réalisé de la même façon. L'étude de **Ailon et Al** de 2015 [40] a montré que les gains fonctionnels mis en évidence à court terme déclinent au bout de 10 ans post SDR pour les enfants avec un GMFCS de 4 ou de 5 mais pas pour ceux avec un GMFCS de 2 ou de 3.

Ainsi, il apparaît intéressant de se demander si pour une population d'enfants atteints de PC avec une forme spastique et une classification GMFCS allant de 1 à 4, la SDR pourrait permettre une amélioration de l'état fonctionnel global.

Cette revue permettrait au kinésithérapeute d'en savoir davantage sur cette alternative thérapeutique tout en ayant acquis de réelles connaissances sur ses différents aspects. Il pourra également réaliser son rôle de rééducateur en période post-opératoire en saisissant les conséquences fonctionnelles qui découlent de cette intervention.

Dans cette revue c'est **l'efficacité de la rhizotomie dorsale sélective dans l'amélioration de l'état fonctionnel des enfants paralysés cérébraux** qui sera ainsi étudiée.

L'appellation de la revue de littérature est ainsi décrite par le modèle PICO ci-dessous.

P : population étudiée	Enfants atteints de paralysie cérébrale
I : intervention	Rhizotomie dorsale sélective
C : comparateur	Absence d'intervention
O : objectif, critère de jugement	État fonctionnel

Tableau 2: Modèle PICO de la revue de littérature

2 Méthode

2.1 Critères d'éligibilité des études pour cette revue

2.1.1 Types d'études sélectionnées

La revue présentée ici repose sur une question thérapeutique. Ainsi, nous allons nous interroger sur l'efficacité d'un traitement ou d'une intervention de santé en général sur une population décrite. Ici, l'objectif sera donc d'évaluer l'efficacité de la rhizotomie dorsale sélective sur l'amélioration de l'état fonctionnel des enfants paralysés cérébraux. La méthode la plus adaptée pour répondre à ce type de problématique est l'essai clinique randomisé (ECR). Les ECR ont un haut niveau de preuve. Ils limitent de nombreux biais et possèdent un meilleur contrôle de l'exposition. En effet, dans ce type d'étude, il y a une comparaison entre l'évolution d'un groupe recevant un traitement par rapport à un groupe témoin. [41]

Cependant, dans le cadre de notre revue, il semble discutable et assez problématique de priver les enfants d'un éventuel traitement adapté. En effet, la rhizotomie dorsale sélective permettrait de libérer les enfants paralysés cérébraux de leur spasticité afin de leur permettre une amélioration fonctionnelle. Même si les résultats de ce type d'intervention peuvent être variables selon les patients et encore très controversés, il apparaît complexe d'annoncer à un parent que leur enfant fera partie d'un groupe bénéficiant uniquement d'un traitement kinésithérapique retardant la possibilité d'une telle intervention.

Au terme des recherches, nous avons donc fait le choix d'inclure quatre études de type série de cas. Pour rappel, une étude de type série de cas est une étude observationnelle où un groupe de patients recevra le même traitement. Ils seront évalués à différents moments durant le suivi. Les biais de ce type de schéma d'étude sont que l'amélioration éventuellement démontrée à la fin de l'essai clinique peut être due à des phénomènes autres que l'intervention en elle-même. Nous avons pris la décision de choisir ce schéma d'étude car le niveau fonctionnel des enfants atteints de PC reste, dans la majorité des cas, globalement stable à l'échelle du temps de l'essai si l'enfant ne subit pas d'intervention. Selon un rapport de la Haute Autorité de Santé (HAS), [42] ce type de schéma possède un faible niveau de preuve scientifique.

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
A Preuve scientifique établie	Niveau 1 - 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 - essais comparatifs randomisés de faible puissance ; - études comparatives non randomisées bien menées ; - études de cohortes.
C Faible niveau de preuve scientifique	Niveau 3 - études cas-témoins. Niveau 4 - études comparatives comportant des biais importants ; - études rétrospectives ; - séries de cas ; - études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale).

Figure 5 : Grade des recommandations selon la HAS

Malgré ce constat, la HAS estime que la force d'une étude n'est pas forcément corrélée à ce système de gradation mais également au niveau d'évidence scientifique et l'interprétation des experts. C'est pour cette raison que nous avons fait le choix d'inclure des séries de cas.

2.1.2 Population/Pathologie étudiée

La population étudiée dans cette revue concerne les enfants atteints de paralysie cérébrale. Les critères d'éligibilité à cette étude ont été définis :

- Un âge compris entre 3 et 18 ans.
- Une forme spastique
- Une classification *GMFCS* comprise entre 1 et 4
- Un niveau cognitif suffisant pour comprendre des consignes simples
- Un bon soutien provenant de l'entourage

2.1.3 Intervention/Traitement

L'intervention étudiée dans cette revue est la rhizotomie dorsale sélective. Il existe divers protocoles chirurgicaux concernant cette intervention, ainsi nous allons inclure dans cette revue, les études où le mode opératoire est similaire au protocole de *Peacock*.

En effet, ce mode est le plus fréquemment retrouvé de nos jours, il paraît donc pertinent d'étudier les résultats présentant la même méthode chirurgicale afin de limiter les biais. Dans ce protocole, on réalise des examens électro-physiologiques préopératoires afin de pouvoir sélectionner les radicelles à couper.

La laminectomie / laminoplastie avec une incision sur un seul niveau est la plus fréquente de nos jours. Cependant, celles qui s'effectuent suivant plusieurs niveaux seront également incluses car très largement réalisées et constitueront toutes deux la variation que l'on retrouvera dans nos études par rapport à la méthode de *Peacock*.

2.1.4 Comparateur

La revue présentera une comparaison entre des enfants paralysés cérébraux ayant été opérés par rhizotomie dorsale sélective à ceux qui n'y ont pas eu recours.

2.1.5 Critère de jugement principal

Notre critère de jugement principal sera l'amélioration de l'état fonctionnel des enfants atteints de PC. Ce critère est vaste et peut être mesuré avec de nombreux outils. Pour prouver l'efficacité (ou non) du panel de traitements/d'interventions sur les enfants atteints de PC ainsi que pour évaluer avec finesse leurs capacités motrices, il est nécessaire de disposer d'un outil de mesure fiable et valide.

L'amélioration de l'état fonctionnel des enfants paralysés cérébraux est couramment étudiée par le GMFM. La réactualisation de la version la plus ancienne du GMFM (GMFM-88) est appelée le GMFM-66. En comparaison, le GMFM-66 comporte 22 éléments de moins que le GMFM-88, ce qui permet de terminer le test plus rapidement.

Ces deux échelles peuvent être reliées et comparées entre elles.

Ce sont des outils de mesure standardisés, validés et référencés pour mesurer la fonction motrice globale au fil du temps chez les enfants handicapés moteurs de 5 mois à 16 ans. [37]

La particularité de ces outils est qu'ils fournissent des résultats qui reflètent la quantité d'activité qu'un enfant peut accomplir plutôt que la qualité de cette activité.

Les éléments de ce test sont le reflet des NEM, ils sont regroupés en cinq catégories : couché et roulant (17 items), assis (20 items), ramper et s'agenouiller (14 items), debout (13 items) et marcher, courir et sauter (24 items). [37] [43]

On sélectionnera 0 point si le mouvement n'est pas initié, 1 point s'il est initié, 2 points s'il est presque accompli et enfin 3 points s'il est accompli. [43] (**annexe 2**)

2.2 Méthodologie de recherche des études

2.2.1 Sources documentaires investiguées

La recherche documentaire pour la conception de cette revue de littérature a débuté en juillet 2021. Elle avait pour objectif d'obtenir un bagage d'informations et de connaissances nécessaires pour son élaboration.

Elle a été réalisée à travers plusieurs bases de données disponibles sur internet telles que *PUBMED*, *COCHRANE LIBRARY*, *KINÉDOC*, *PEDRO*, *GOOGLE SCHOLAR*.

2.2.2 Équations de recherche utilisées

Le travail de rédaction débute par la définition des termes de la recherche avec un choix pertinent des mots-clés à utiliser.

Pour cela, il est nécessaire de partir des critères de notre question clinique PICO : la population, l'intervention, le comparateur et l'outcome et de chercher les termes appropriés "*MeSH terms*" (Medical Subject Heading).

À l'aide du site de l'INSERM [44], nous avons obtenu les résultats suivants :

- Les enfants paralysés cérébraux : *Child / Children / cerebral palsy*
- La Rhizotomie dorsale sélective : *Selective dorsal rhizotomy*

2.2.2.1 Base de recherche PUBMED

Concernant la base de recherche *PubMed*, l'équation de recherche suivante a été utilisée :

**(selective dorsal rhizotomy[MeSH Terms]) AND (cerebral palsy[MeSH Terms]) AND
((child[MeSH Terms]) OR (children[MeSH Terms]))**

Les différents termes MeSH ont été ainsi connectés par les opérateurs booléens "AND", "OR" et "NOT" pour respecter la syntaxe et permettre de fournir des résultats pertinents.

Cette recherche a donné 180 résultats sur cette base de données.

J'ai choisi d'appliquer le filtre *clinical trial* pour enlever les revues de littérature et ne garder que les essais cliniques, 15 résultats se sont alors affichés.

La première étape de sélection se base sur la lecture du titre.

Ensuite, la sélection des études s'est poursuivie par l'application des critères d'inclusion et d'exclusion en se référant au résumé.

Les articles ont été exclus pour les raisons suivantes :

- Leur rédaction a été effectuée une année antérieure à l'année 2011 afin de traiter des données les plus actuelles possibles sur le sujet. L'année de publication des études n'a pas pu être réduite en dessous de 10 ans pour avoir suffisamment d'articles à analyser étant donné le manque de littérature scientifique trouvée.
- Ils sont rédigés dans une langue différente que l'anglais ou le français.
- Ils ne correspondent pas aux critères d'éligibilités décrits précédemment.
- L'outil de mesure sélectionné pour évaluer l'état fonctionnel global des enfants paralysés cérébraux n'est pas le *GMFM*.

2.2.2.2 Base de recherche COCHRANE LIBRARY

La recherche sur la base de données COCHRANE LIBRARY a été effectuée suivant la démarche présentée ci-dessous.

The image shows a search interface with three rows of search criteria. Each row consists of a minus sign, a dropdown menu, a search criteria dropdown, and a text input field. The first row has a minus sign, a dropdown menu with 'Title Abstract Keyword', and a text input field containing '*selective dorsal rhizotomy*'. The second row has a minus sign, a dropdown menu with 'AND', a dropdown menu with 'Title Abstract Keyword', and a text input field containing '*cerebral palsy*'. The third row has a minus sign, a dropdown menu with 'AND', a dropdown menu with 'Title Abstract Keyword', and a text input field containing '*Child*'. The minus signs are in small square boxes.

Figure 6 : Base de recherche COCHRANE LIBRARY

21 essais cliniques ont été ainsi obtenus et seront analysés selon la méthode décrite précédemment.

2.2.2.3 Base de recherche PEDRO

La recherche sur la base de données PEDRO a suivi le même déroulement présenté ci-dessous. Seulement 2 essais ont abouti à cette recherche.

The image shows the PEDRO search interface with the following fields and values:

- Abstract & Title: Selective Dorsal Rhizotomy
- Therapy: (empty)
- Problem: (empty)
- Body Part: (empty)
- Subdiscipline: paediatrics
- Topic: cerebral palsy
- Method: clinical trial
- Author/Association: (empty)
- Title Only: (empty)
- Source: (empty)
- Published Since: (empty) [YYYY]
- New records added since: (empty) [DD/MM/YYYY]
- Score of at least: (empty) [10]
- Return: 20 records at a time
- When Searching: Match all search terms (AND) Match any search term (OR)

Figure 7 : Base de recherche PEDRO

2.2.2.4 Autre base de données

Google Scholar a permis de trouver 60 articles rentrant dans le cadre de la revue au fil des recherches par l'intermédiaire de l'équation de recherche présentée ci-dessous. Ils seront ainsi également à étudier.

The image shows the Google Scholar advanced search interface with the following fields and values:

- Articles contenant tous les mots suivants: cerebral palsy
- cette expression exacte: selective dorsal rhizotomy
- au moins un des mots suivants: child children
- aucun des mots suivants: (empty)
- mes mots: à n'importe quel endroit de l'article dans le titre de l'article
- Rechercher des articles rédigés par: (empty) ex. : "P Flajolet" ou J Fauvet
- Rechercher des articles publiés dans: (empty) ex. : Journal de la Société de biologie ou Revue Romane
- Rechercher des articles datés de: 2011 — 2021 ex. : 1996

Figure 8 : Base de recherche Google Scholar

Kinédoc n'a présenté aucun résultat rentrant dans le cadre de mon étude.

2.3 Méthode d'extraction et d'analyse des données

2.3.1 Sélection des études

La sélection des études débute par une **lecture des titres** afin de pouvoir définir s'ils peuvent entrer dans la revue ou s'ils traitent d'un sujet complètement différent.

Ensuite, un tri selon **l'année de publication** est effectué. Seuls les essais réalisés après l'année 2010 seront inclus. Par ailleurs, il faudra effectuer une **lecture précise de l'abstract** afin de définir l'intérêt de l'article mais également d'identifier les éléments de notre modèle PICO.

On s'assurera de la présence du **critère de jugement principal et de son outil de mesure**, ici l'amélioration de l'état fonctionnel, mesuré par le GMFM-66.

Enfin, les critères d'inclusion et d'exclusion des participants de l'étude seront analysés par une **lecture détaillée et complète de l'article**.

2.3.2 Extraction des données

Certaines données pertinentes de chacune des études ont été extraites et seront présentées sous forme d'un tableau tel que présenté ci-dessous.

Article n°	
Identification de l'article	
Schéma d'étude	
Population	
Intervention	
Critères de jugement principaux	
Outils de mesure	

Tableau 3 : Extraction des données

On retrouvera notamment :

- L'identification de l'article avec le titre, le nom de l'auteur et l'année de publication
- La description du schéma d'étude
- Les diverses caractéristiques de la population (nombre de participants, âge, type et sévérité de l'atteinte)
- Le procédé de l'intervention
- Les critères de jugement principaux
- Les outils de mesure

2.3.3 Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées

Il apparaît nécessaire d'évaluer la qualité méthodologique de chacune des études incluses afin de pouvoir les interpréter et de mettre en évidence les résultats.

Pour cela, nous avons à notre disposition diverses échelles qui varient selon le schéma d'étude. Jusqu'à l'année 2020, il n'y avait pas d'échelle de qualité méthodologique spécifique pour les **séries de cas**.

Le choix d'utilisation de ces dernières reposait sur trois situations [45] :

- Preuve d'un concept concernant une nouvelle hypothèse
- Reporter des faits tels que : la toxicité d'un traitement, la présence d'une épidémie ou de nouveaux symptômes pas encore reconnus
- Montrer les effets d'une maladie rare ou d'un nouveau traitement

On retrouvait également une liste comprenant 7 points clefs qu'il était recommandé de respecter pour s'assurer de la qualité de l'étude de type série de cas. [45]

Pour cette étude, nous allons utiliser ces recommandations mais également la récente échelle : *JBI Critical Appraisal tool (annexe 3)*, qui a été conçue pour les séries de cas. [46]

Cette dernière met en évidence de nombreux biais tels que :

- Des biais de sélection des participants (item 1, 4 et 5)
- Des biais de mesure des résultats (item 2 et 3)
- Des biais de sélection des résultats apportés (item 6,7 et 9)
- Des biais dus aux données manquantes (item 8)

2.3.4 Méthode de synthèse des résultats

Cette revue de littérature systématique est élaborée à partir d'une méthodologie rigoureuse et précise qui nous amènera à une conclusion basée sur une synthèse des données. Ces données seront analysées sous forme de tableaux dans lesquels seront mis en évidence le "p" ou "p value", la différence entre les moyennes post et préopératoires pour évaluer la force de l'intervention ainsi que l'intervalle de confiance à 95% dès que cela sera possible.

Nous ne pourrons certainement pas réaliser de synthèse quantitative des résultats au vu du manque d'homogénéité des études entre elles. De plus, la multiplicité des critères de jugement et outils de mesure présents dans les études ainsi que les différences entre le nombre et les durées au bout desquelles les contrôles post-opératoires sont réalisés, freinent ce type de synthèse.

Ainsi, nous réaliserons une synthèse narrative, qualitative avec l'inclusion d'éléments visuels pour mettre en évidence les résultats tels que des tableaux et des graphiques.

Les effets de l'intervention sur chacun des critères de jugement seront étudiés individuellement puis une analyse globale selon chacun des critères sera effectuée.

3 Résultats

3.1 Description des études

3.1.1 Diagramme de flux

Le diagramme de flux est un moyen de résumer le processus de sélection des études de façon synthétique. Il est présenté ci-dessous et a été réalisé à l'aide d'un modèle "PRISMA". [47]

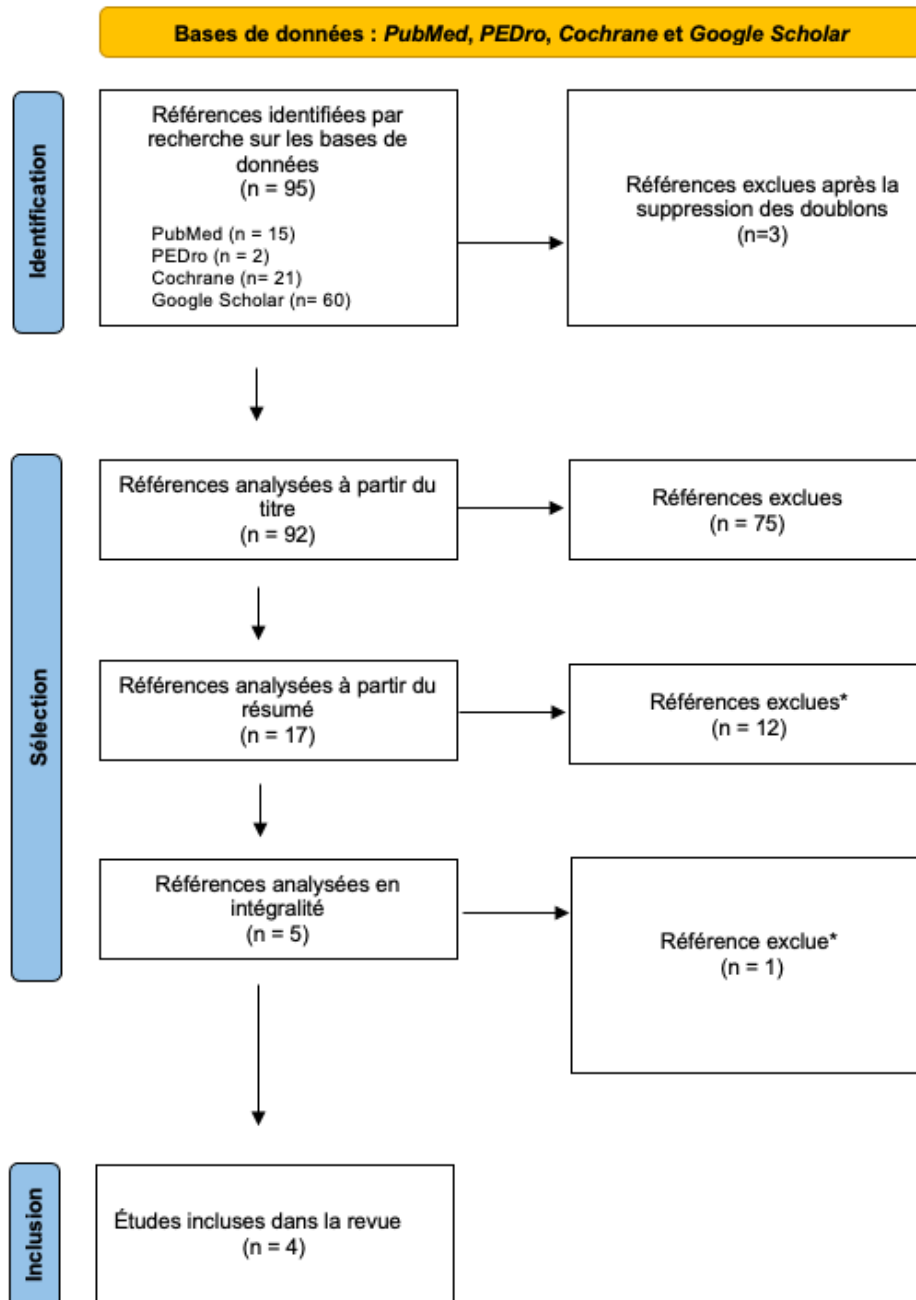


Figure 9 : Diagramme de flux

*Les raisons d'exclusions sont présentées dans l'annexe 4.

La sélection des articles est ainsi illustrée par le diagramme de flux présenté **ci-dessus**.

Les équations de recherche décrites précédemment dans les différentes bases de données ont fourni 95 résultats.

La méthode de **suppression des doublons** a fait aboutir la recherche à 92 articles.

Après la **lecture du titre**, il restait 17 articles à analyser.

En étudiant l'**abstract** puis l'**article en intégralité** et en se fiant aux critères d'éligibilité, 13 articles ont été exclus et seront présentés avec leurs raisons d'exclusion dans l'**annexe 4**.

Au terme de la sélection, 4 articles seront finalement retenus dans cette revue.

3.1.2 Études exclues

L'**annexe 4** présente les motifs d'exclusion après la lecture de l'abstract ainsi que de la lecture en intégralité de chacun des articles. Cette sélection s'est basée sur le choix des critères d'inclusion et d'exclusion définis précédemment.

3.1.3 Études incluses

Les quatre études incluses dans cette revue sont présentées dans l'**annexe 5**. Il s'agit d'études en série de cas, dont la publication a été réalisée entre 2011 et 2019. [48] [49] [50] [51]

Pour rappel, selon les critères d'inclusion cités précédemment :

- L'âge des enfants atteints de PC doit être compris entre 3 et 18 ans et ils doivent posséder une forme dite spastique. Ils doivent avoir un bon soutien familial et un niveau cognitif suffisant pour comprendre des consignes simples.
- L'intervention est une SDR qui suit le modèle de *Peacock* et qui s'effectue par l'intermédiaire d'une laminoplastie ou d'une laminectomie sur un ou plusieurs niveaux et dont la section des radicelles suit un guidage électro-physiologique peropératoire.
- Le critère de jugement principal est l'amélioration de l'état fonctionnel de l'enfant avec comme outil de mesure l'utilisation du GMFM-66.

Il a été nécessaire d'extraire les caractéristiques principales des études individuellement selon la méthode décrite précédemment et de réaliser des tableaux récapitulatifs de chacune des études en **annexe 6**. La totalité des études incluses sont des **séries de cas**. Elles ont été menées aux Pays-Bas, au Canada, en Italie et en Angleterre.

La **population** étudiée est composée de **284 enfants** de 3 à 12 ans avec une moyenne de 6 ans et 3 mois, atteints de PC spastique. On retrouve un total de 175 garçons et de 109 filles, soit 62% de garçons et 38% de filles par rapport à l'ensemble des personnes incluses.

Le temps de suivi est variable selon les études, allant d'un an jusqu'à quinze ans.

L'**intervention** suit le modèle de *Peacock* avec un guidage neurophysiologique durant l'intervention pour la sélection des radicelles à couper. Les points de variation de cette méthode sont la méthode chirurgicale (laminoplastie ou laminectomie) et les niveaux exposés.

Le traitement kinésithérapique suivi par les participants est décrit dans deux des quatre études incluses. Un tableau général récapitulatif est également disponible **ci-dessous**.

Tableau 4 : Tableau général récapitulatif des données des études

	Design	Participants	Intervention	Critères de jugements / Outils de mesure
Petra E.M. Van Schie, 2011	Série de cas	Enfants de 3 à 12 ans atteints de paralysie cérébrale diplégique spastique N = 33	SDR : modèle de <i>Peacock</i> , laminoplastie de L2 à L5 . Sélection des radicelles avec guidage neurophysiologique allant de L2 à S2. Détails du suivi en kinésithérapie : Non renseigné	L'amélioration de l'état fonctionnel global : <i>Gross Motor Function Measure</i> (GMFM-66) et questionnaires parentaux Le rétablissement des fonctions structurelles du corps : <i>Modified Tardieu Scale</i> (MTS), radiographie (<i>angle de Cobb</i> et <i>index de migration</i> pour évaluer respectivement l'évolution d'une scoliose et l'état de la hanche) pour d'éventuels traitements additionnels
Roy W.R. Dudley, 2013	Série de cas	Enfants de 3 à 10,5 ans atteints de paralysie cérébrale spastique N = 105	SDR : modèle de <i>Peacock</i> , laminoplastie de L1 à L5 . Sélection des radicelles avec guidage neurophysiologique allant de L1 à S2. Suivi kinésithérapique spécifié et détaillé pendant 14 mois.	L'amélioration de l'état fonctionnel global : <i>Gross Motor Function Measure</i> (GMFM-66) Le rétablissement des fonctions structurelles du corps : <i>Modified Ashworth Scale</i> L'amélioration de la qualité de vie : <i>Pediatric evaluation of disability Inventory</i> (PEDI)
Elena Carraro, 2014	Série de cas	Enfants de 4 à 12 ans atteints de paralysie cérébrale diplégique spastique N = 9	SDR : modèle de <i>Peacock</i> , laminectomie ou laminoplastie suivant un seul niveau . Sélection des radicelles lombo-sacrées avec un guidage neurophysiologique. Suivi kinésithérapique spécifié et détaillé pendant 14 mois.	L'amélioration de l'état fonctionnel global : <i>Gross Motor Function Measure</i> (GMFM) et <i>Functional Independence Measure</i> (WeeFIM) Le rétablissement des fonctions structurelles du corps : <i>Modified Ashworth Scale</i> , 3D gait analysis, <i>Medical Research Council</i> (MRC) pour la force musculaire, le goniomètre manuel, <i>Selective Control Motor Scale</i> (SMCS), mesure de coût énergétique lors de la marche avec un « breath by breath portable metabolimeter »
Jennifer Summers, 2019	Série de cas	Enfants de 3 à 9 ans atteints de paralysie cérébrale diplégique spastique N = 137	SDR : modèle de <i>Peacock</i> , laminectomie ou laminoplastie suivant un seul niveau . Sélection des radicelles avec un guidage neurophysiologique allant de L1 à S1. Suivi kinésithérapique spécifié pendant 24 mois.	L'amélioration de l'état fonctionnel global : <i>Gross Motor Function Measure</i> (GMFM-66) L'amélioration de la qualité de vie : <i>The Cerebral Palsy Quality of Life Questionnaire</i> (CP-QoL)

Le **critère de jugement principal** "l'amélioration de l'état fonctionnel global" est commun à toutes les études et sera mesuré avec l'échelle *GMFM*. Cependant, les études incluses étudieront de nombreux autres critères avec une grande variété d'outils de mesures.

L'objectif de la revue est d'observer **l'état fonctionnel global** de l'enfant après une SDR. Le panel d'outils de mesure présent dans les études s'avérera être très intéressant pour étudier différents aspects de son niveau global post-intervention mais également d'évaluer d'autres critères plus spécifiques comme : la diminution de la spasticité, le niveau de force musculaire, l'amplitude articulaire, l'apparition d'effets indésirables, la qualité de vie, la sélectivité du mouvement et certains paramètres de la déambulation.

L'hypothèse considérée dans cette revue est que la rhizotomie dorsale sélective couplée à un traitement kinésithérapique permettrait d'améliorer l'état fonctionnel des enfants paralysés cérébraux.

3.2 Risque de biais des études

3.2.1 Grille de lecture utilisée

Afin d'évaluer la qualité méthodologique des études incluses et en raison de leur schéma en "série de cas", il a été nécessaire d'utiliser la grille de lecture *JBI Critical Appraisal Tool* (**annexe 3**).

Cette étape est primordiale dans le but de mettre en évidence d'éventuels biais et de nous informer sur le degré de qualité de ces études. [52]

Les résultats sont indiqués avec un "+" si le critère est présent et un "-" si le critère est absent.

Études incluses	ITEMS de la <i>JBI Critical Appraisal Tool</i>									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Van Schie 2011	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Dudley 2013	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+
Carraro 2014	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+
Summers 2019	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+

Tableau 5 : Évaluation des biais des études selon l'échelle *JBI Critical Appraisal Tool*

3.2.2 Synthèse des biais retrouvés

L'échelle *JBI Critical Appraisal Tool* a permis de mettre en évidence certains biais.

Dans l'ensemble, les quatre études incluses possèdent une bonne qualité méthodologique et un faible risque de biais.

L'étude de Dudley [49] possède des **biais de sélection des résultats apportés**. En effet, les informations cliniques des patients participants à l'étude ne sont pas complètes. Le niveau moteur suivant la classification GMFCS n'est pas donné pour tous les participants avant l'intervention. Cela représente un biais important car la paralysie cérébrale est une pathologie vaste avec des enfants présentant un niveau moteur très différent, ainsi les résultats de la SDR pourraient être variables selon ces niveaux.

L'étude de Carraro [50] possède des **biais concernant la sélection des patients** car l'inclusion des neuf patients n'a pas été réalisée de manière consécutive et complète. C'est-à-dire qu'il n'est pas indiqué la manière dont ils avaient été sélectionnés et si un tri avait été réalisé pour les inclure. En effet, une étude est plus fiable si les participants correspondant aux critères sont sélectionnés en totalité dans une période donnée. Ici, nous n'avons pas cette information.

La totalité des études incluses ne présentent pas de **rapports clairs sur les informations démographiques**. Certaines pathologies varient en prévalence selon la population concernée ou les régions démographiques. L'échantillon doit être décrit de façon détaillée afin de dire si les résultats obtenus sont comparables à la population générale. Dans les études, nous n'avons pas assez d'informations sociodémographiques.

3.3 Effet de l'intervention

Le nombre d'évaluations ainsi que les durées au bout desquelles ces dernières seront effectuées diffèrent en fonction des études incluses. Certaines possèdent, en effet, une durée de suivi plus longue ce qui permet de vérifier le réel impact sur le long terme de l'intervention.

Un tableau présentant ces informations est présent **ci-dessous**.

Études	Évaluations				
Van Schie, 2011 [48]	Pré-intervention	Post-intervention 1 an	À long terme : 6 ans +ou- 22 mois	/	/
Dudley, 2013 [49]	Pré-intervention	Post-intervention 1 an	5 ans	10 ans	15 ans
Carraro, 2014 [50]	Pré-intervention	Post-intervention 1 an	/	/	/
Summers, 2019 [51]	Pré-intervention	Post-intervention 4-6 mois	1 an	2 ans	/

Tableau 6 : Évaluations de chacune des études incluses

Le critère de jugement de cette revue, **l'amélioration de l'état fonctionnel** des enfants PC, est commun à toutes les études et sera mesuré avec l'outil de mesure suivant : le **GMFM-66**.

L'étude de *Dudley 2013* [49] présente ce score sous forme de graphiques, les résultats ne sont donc pas comparables quantitativement avec ceux des autres études.

L'étude de *Carraro 2014* [50] exprime les résultats de ce score de façon non converti, il n'est ainsi pas possible de le comparer avec ceux des études de *Van Schie 2011* [48] et de *Summers 2019* [51].

Au regard de l'hétérogénéité des outils de mesure, l'analyse des résultats sera **qualitative** dans cette revue avec la réalisation d'un graphique modélisant l'augmentation moyenne prodiguée par la SDR associée à un traitement kinésithérapique.

Elle aura également un aspect **quantitatif** à l'aide d'un *Forest plot* pour comparer les résultats de l'étude de *Van Schie* et de *Summers*.

D'autres critères et outils de mesure sont utilisés dans chacune des études et seront également analysés pour apporter davantage de données sur les résultats de la SDR.

Il est important de définir et de distinguer la signification statistique et la signification clinique.

C'est la valeur « *p* » ou « *p-value* » qui sera utilisée pour déterminer si le résultat est **statistiquement significatif**. Le seuil de significativité est fixé à 5%. On qualifiera un résultat de « statistiquement significatif » si $p < 0,05$, à l'inverse, un résultat sera « non statistiquement significatif » si $p > 0,05$.

L'Intervalle de Confiance à 95% (IC 95) constitue un outil important qui permettra de qualifier un résultat de **cliniquement significatif**. Pour être significatif, l'intervalle de confiance ne doit pas contenir la valeur nulle « 0 » lors de différences entre des moyennes. L'intervalle de confiance permet de connaître l'effet de l'intervention sur l'ensemble de la population et de définir que 95% de la population obtiendrait des résultats entre les bornes de cet intervalle de confiance. L'intervalle de confiance est proportionnel à l'écart-type de chaque moyenne : plus l'écart-type sera réduit plus l'intervalle de confiance sera précis. Il est inversement proportionnel au nombre de sujets dans chaque groupe : au moins il y aura de sujet au plus l'intervalle de confiance sera large donc peu précis.

L'IC 95 et "p-value" seront directement extraits de chacune des études ou calculés si cela est possible.

Concernant la **signification clinique**, la différence intra-groupe est la différence des moyennes des scores GMFM entre le pré-intervention et le post-intervention. Elle va nous permettre de connaître l'effet du traitement :

- Si sa valeur est proche de zéro, le traitement n'aura probablement pas eu d'impact.
- Valeur positive, le traitement aura probablement eu un effet positif, autrement dit, dans cette revue, la SDR aura amélioré l'état fonctionnel des enfants paralysés cérébraux.
- Valeur négative, le traitement aura probablement eu un effet délétère.

Il est important de souligner, qu'en se basant sur des études réalisées au cours des dernières années, un rapport de la HAS a énoncé le fait que la classification *GMFCS* ne varie pas au cours du temps pour les niveaux 1 et 2 en l'absence d'intervention, mais qu'elle a, à l'inverse, tendance à décliner à l'adolescence pour les enfants avec un niveau de 3 à 4. [53]

En partant de ce constat, le score GMFM des enfants paralysés cérébraux n'ayant pas eu recours à une intervention, n'augmente pas avec le temps, voir décline.

Ce constat diminue le biais des études en série de cas dictant que l'augmentation éventuellement démontrée serait due à un facteur temps et non à l'intervention en elle-même.

L'augmentation, la stagnation ou la diminution entre le score GMFM pré et post opératoire sera calculée en pourcentage à l'aide d'un produit en croix afin de la modéliser à travers un graphique. En tenant compte de la sensibilité et de la spécificité de l'échelle de score GMFM [37] et de la stabilité de ce score à travers le temps en l'absence d'intervention, une augmentation supérieure à 5% sera considérée comme bénéfique.

Ainsi, dans cette revue de littérature, nous allons calculer l'augmentation prodiguée par la rhizotomie dorsale sélective en utilisant les moyennes de score GMFM pré et post opératoire.

Les résultats mesurés par l'échelle GMFM seront présentés sous forme de tableaux si cela est possible. Les tableaux synthétisent les résultats des différentes études incluses. Les valeurs statistiquement significatives y sont signalées en gras. Les autres résultats seront présentés de la même façon ou de façon descriptive, narrative.

3.3.1 L'étude de Van Schie 2011

Dans cette étude, l'amélioration de l'état fonctionnel a donc été mesurée par l'échelle "Gross Motor Function Measure".

Van Schie 2011		Moyenne pré-intervention et écart-type	Moyenne post-intervention et écart-type	Différence intra-groupe et écart-type	Intervalle de confiance à 95%	p-value
Suivi à court terme	Total (N= 24)	56,6 (± 10,5)	60,9 (± 12,4)	4,3 (± 4,1)	[-2,5 ; 12,3]	p<0,001
	GMFCS 1 et 2 (N= 8)	69,0 (± 8,9)	76,2 (± 8,5)	7,2 (± 4,0)	[-2,1 ; 16,5]	p = 0,012
	GMFCS 3 (N= 16)	50,4 (± 3,0)	53,3 (± 3,9)	2,9 (± 3,4)	[0,3 ; 5,4]	p = 0,012
Suivi à long terme	Total (N= 23)	57,5 (± 11,4)	64,0 (± 12,8)	6,5 (± 5,9)	[-0,3 ; 23,7]	p<0,001
	GMFCS 1 et 2 (N=7)	73,0 (± 7,3)	79,0 (± 8,5)	6,0 (± 4,4)	[-3 ; 15]	p>0,05
	GMFCS 3 (N= 16)	50,7 (± 3,0)	57,4 (± 7,8)	6,7 (± 6,6)	[2,4 ; 10,9]	p>0,05

Tableau 7 : Van Schie, 2011 : Extraction des résultats avec l'échelle GMFM

C'est avec le test de *t de student pour données appariées* que les analyses statistiques de cette étude ont été réalisées afin d'obtenir la "p-value" et d'ainsi définir si la différence observée entre les mesures du score GMFM pré et post opératoires est statistiquement significative.

- Les différences intra-groupes **totales** sont positives : 4,3 à court terme et 6,5 à long terme, ce qui montre une amélioration de l'état fonctionnel global sur l'échelle GMFM-66 des enfants dans ces échantillons après la SDR.
Même si "p" est inférieur à 0,05 montrant que les résultats semblent statistiquement significatifs, les IC 95 englobent la valeur 0 et leurs bornes sont larges ce qui diminue la significativité clinique. Malgré cette amélioration, il faut ainsi rester vigilant en annonçant un effet bénéfique de l'intervention.
À court terme, cette augmentation quantifiée en pourcentage est de **7,6 %** entre la mesure pré et post opératoire. À long terme, l'augmentation prodiguée par la SDR est de **11,3%**.
- Il semble important de mettre en évidence que l'amélioration de l'état fonctionnel global à court terme est plus importante pour les enfants possédant un GMFCS I et II par rapport à ceux avec un GMFCS III. En effet, les différences intra-groupes sont respectivement de 7,2 et de 2,9. À court terme et lors de la stratification en sous-groupes $p < 0,05$; les résultats sont statistiquement significatifs.
L'IC 95 est large et englobe la valeur 0 concernant l'échantillon des enfants avec un GMFCS 1 et 2. Ces résultats ne sont pas cliniquement significatifs.
À l'inverse, ses bornes sont réduites et ne comprennent pas la valeur 0 concernant l'échantillon des enfants avec un GMFCS 3. Ces résultats sont cliniquement significatifs.
- À long terme, ce constat n'est plus véridique. L'augmentation prodiguée par la SDR ne présente pas de différence majeure pour les enfants avec un GMFCS 1 ou 2 et ceux avec un GMFCS 3. Cependant, ces résultats ne sont pas statistiquement significatifs car $p > 0,05$.
L'IC95 est large et comprend la valeur 0 pour le groupe d'enfant avec GMFCS 1 ou 2. Ces résultats ne sont pas cliniquement significatifs.
À l'inverse, ses bornes sont réduites et ne comprennent pas la valeur 0 concernant l'échantillon des enfants avec un GMFCS 3. Ces résultats sont cliniquement significatifs.

À propos du critère de jugement secondaire concernant **le rétablissement des fonctions structurelles du corps**, plusieurs constats ont été effectués.

Les **questionnaires parentaux** ont permis de montrer que :

- À court terme, 6 parents pensent que le niveau fonctionnel global de leur enfant aurait augmenté (modérément pour 3 d'entre eux et fortement pour les 3 autres)
- À long terme, 22 réponses ont été données. 20 parents (91%) pensent que le niveau fonctionnel global de leur enfant aurait augmenté (légèrement pour 5 d'entre eux, modérément pour 11 d'entre eux et fortement pour 4 d'entre eux). Pour 2 parents (9%), l'état fonctionnel de leur enfant s'est détérioré légèrement à modérément.

Aucune analyse statistique concernant ces données n'a été effectuée.

Cette étude a fourni des données sur la **spasticité** avec l'outil "Modified *Tardieu Scale*" :

- À court terme : 7 enfants (29%) ont une spasticité résiduelle (2 au niveau des ischios-jambiers, 5 au niveau des gastrocnémiens)

- À long terme : aucun enfant n'a de spasticité résiduelle.

Aucune analyse statistique concernant ces données n'a été effectuée.

Enfin, concernant **les traitements additionnels et les effets indésirables (annexe 7)** :

- 3 enfants (9%) ont connus des effets indésirables (scoliose, spondylolisthésis, fusion spontanée des apophyses épineuses de L2 à L5).

- 10 enfants (30%) ont eu recours à des chirurgies orthopédiques additionnelles (arthrodèse subtalienne et interventions pour une subluxation de la hanche)

- 13 enfants (39%) ont eu recours à des injections de toxines botuliques.

Aucune analyse statistique concernant ces données n'a été effectuée.

3.3.2 L'étude de Dudley 2013

Cette étude repose sur une collecte rétrospective des données avec un très long suivi dans le temps après l'intervention.

De ce fait, de nombreux "perdus de vue" sont relevés. En effet, alors que 105 enfants ont eu recours à la SDR, nous pouvons constater qu'à 1 an, 5 ans, 10 ans et 15 ans post-opératoires seulement 97, 62, 57 puis 14 d'entre eux ont assisté à leur rendez-vous de suivi.

Ainsi, l'analyse statistique repose sur l'utilisation de la *méthode GBTM (Group-based trajectory modeling)* qui permet de rassembler les individus en sous-groupes significatifs qui montrent des trajectoires similaires. Cela peut mettre en évidence différents types de réponses à la rhizotomie dorsale sélective en fonction de caractéristiques communes préopératoires.

Cette méthode statistique est également reconnue pour l'analyse des données manquantes dans ce type d'étude clinique avec de nombreux "perdus de vue". Ainsi, malgré ce biais, les résultats pourront être qualifiés de statistiquement significatifs si $p < 0,05$.

Dans cette étude, le critère de jugement principal **l'amélioration de l'état fonctionnel** a été mesuré par l'échelle "*Gross Motor Function Measure*".

Cette étude a également fourni des données sur des critères de jugement secondaires : **le rétablissement des fonctions structurelles du corps** en évaluant la spasticité avec l'outil "*Ashworth scale modified*" et **l'amélioration de la qualité de vie** mesurée avec le questionnaire PEDI.

Les résultats ont été présentés sous forme de graphiques disponibles en **annexe 8**.

La présentation des résultats sous forme de graphiques ne nous permet pas de calculer les intervalles de confiance ainsi que les différences intra-groupes ce qui ne nous permet pas de qualifier les résultats de cliniquement significatifs ou non.

Premièrement, le score GMFM est relevé à cinq moments temporels distincts (pré-SDR, un, cinq, dix et quinze ans).

- Le graphique A illustre le score GMFM total ainsi que la dimension D et E de cet outil de mesure qui sont directement liées aux fonctions des membres inférieurs. Ils sont tous significativement améliorés durant le suivi avec $p < 0,05$. Nous pouvons ainsi mettre en avant l'effet bénéfique de la SDR sur l'amélioration de l'état fonctionnel global et en particulier des membres inférieurs.
- Le graphique B illustre les dimensions A, B et C du GMFM, liées aux fonctions des membres supérieurs. Ces scores ont également considérablement augmenté tout au long du suivi avec $p < 0,05$. Cela nous permet de constater, que cette amélioration de l'état fonctionnel concerne également de façon statistiquement significative les membres supérieurs.
- Le graphique C, illustre le score GMFM stratifié en fonction de la classification GMFCS. Il est mis en évidence que ce score augmente considérablement jusqu'à 10 ans post-SDR chez les enfants avec un GMFCS I, II et III. On retrouve une valeur de $p < 0,05$ ce qui illustre que ces résultats sont significatifs.
À l'inverse, pour ceux avec un GMFCS IV, il n'y a pas de changement significatif. Trop peu de patients ont fourni de résultats à 15 ans post-SDR, donc les résultats ne sont pas significatifs.
- Enfin, une modélisation a permis de classer les enfants participants à cette étude en quatre groupes distincts et de faire apparaître leur évolution afin de définir par la suite des indices de prédictions pour l'amélioration fonctionnelle globale des enfants paralysés cérébraux qui envisageront ce protocole. Elle ne sera pas étudiée car ne rentre pas dans le cadre de notre revue mais il semble important de le préciser car elle représente une partie de l'étude de Dudley [49].

À propos du critère de jugement secondaire concernant **le rétablissement des fonctions structurelles du corps** et **l'amélioration de la qualité de vie**, plusieurs constats ont été effectués.

La spasticité des adducteurs de hanche, des ischios-jambiers, des fléchisseurs plantaires des pieds est représentée par un graphique. Il est mis en avant, de manière statistiquement significative avec $p < 0,001$, que la spasticité a considérablement diminuée après la SDR et ne réapparaît pas durant tout le long du suivi.

Enfin, la qualité de vie, dans sa dimension de mobilité et de soins personnels, en comparaison aux valeurs préopératoires, s'est significativement améliorée tout au long du suivi. Lorsque ces scores ont été stratifiés par groupes GMFCS, nous avons constaté des améliorations significatives avec $p < 0,05$ grâce à un suivi de 5 et 10 ans pour tous les groupes. Encore une fois, une fois stratifiés par sous-groupes GMFCS à 15 ans de suivi, trop peu de patients étaient présents dans chaque sous-groupe, donc nous n'avons pas de résultats statistiquement significatifs.

3.3.3 L'étude de Carraro 2014

L'analyse statistique réalisée dans cette étude passe par l'intermédiaire d'un *test de Fisher non paramétrique* (car la taille d'échantillon est trop faible) afin de comparer la différence entre deux moyennes de deux échantillons.

Dans cette étude, **l'amélioration de l'état fonctionnel** a été mesurée par l'échelle "*Gross Motor Function Measure*" mais n'a pas été converti ce qui le rend incomparable avec les autres scores obtenus.

	Moyenne et écart-type avant la SDR	Moyenne et écart-type après la SDR	Différence des moyennes et IC à 95%	p-Value
Score total du GMFM	227 (± 39,6)	229 (± 48,7)	2 [-42,3 ; 46,5]	0,141
Dimension D du GMFM	32 (± 11,7)	32 (± 11)	0 [-11,3 ; 11,3]	0,547
Dimension E du GMFM	46 (± 35,7)	47 (± 34,4)	1 [-34 ; 36]	0,438

Tableau 8 : Carraro, 2014 : Extraction des résultats avec l'échelle GMFM

On observe une légère augmentation voire une stagnation des scores après SDR. En effet, la différence des moyennes entre le score total post et préopératoire est de 2. Elle est de 0 concernant le score de la dimension D et de 1 concernant le score de la dimension E.

Ces résultats ne sont pas statistiquement significatifs car $p > 0,05$. De plus, les IC 95 sont extrêmement larges et englobent la valeur 0. Ainsi, ils ne sont cliniquement non significatifs et l'efficacité est donc ici difficile à estimer.

L'augmentation obtenue par la rhizotomie dorsale sélective est de **0,8 %** lorsqu'elle est quantifiée en pourcentage.

L'amélioration de l'état fonctionnel a également été évalué avec l'échelle WeeFIM.

	Moyenne et écart-type avant la SDR	Moyenne et écart-type après la SDR	Différence des moyennes et IC à 95%	p-Value
Score total de l'échelle WeeFIM	107 (± 32,5)	114 (± 26)	7 [-22,4 ; 36]	0,031
Score moteur de l'échelle WeeFIM	57 (± 42)	63 (± 40,3)	6 [-35,1 ; 47,1]	0,031

Tableau 9 : Carraro, 2014 : Extraction des résultats avec l'échelle WeeFIM

Avec cette échelle, on remarque une différence intragroupe de 7, avec des résultats qui sont statistiquement significatifs car $p < 0,05$. L'efficacité reste difficile à estimer car l'intervalle de confiance est trop large, comprenant la valeur 0, pour avoir confiance en ce résultat.

L'augmentation exprimée en pourcentage est de **6,5%**.

À propos du critère de jugement secondaire concernant **le rétablissement des fonctions structurelles du corps**, plusieurs constats ont été effectués.

Cette étude a fourni des données sur la **spasticité** avec l'outil "*Ashworth scale modified*". Il est ainsi possible de constater une réduction de la spasticité au niveau des muscles agissant sur le pied avec une valeur de $p < 0,05$.

Des mesures goniométriques ont montré une amélioration significative d'amplitudes articulaires après la SDR pour les extenseurs de genou (avec la hanche fléchie à 90°) ainsi que pour les fléchisseurs dorsaux (avec le genou à 90° puis le genou en position neutre). L'amélioration démontrée pour les autres muscles n'est pas statistiquement significative avec des valeurs de p supérieures à 0,05.

L'échelle MRC a permis d'évaluer la force musculaire des membres inférieurs.

	Moyenne pré-intervention (minimum-maximum)	Moyenne post-intervention (minimum-maximum)	p-Value
Extenseurs de genou	3,8 (2,0-5,0)	4,4 (1,3-5,0)	0,01
Fléchisseurs de genou	3,7 (2,7-5,0)	4,2 (3,0- 5,0)	0,006
Fléchisseurs plantaires	2,6 (1,0-4,7)	3,6 (1,7-4,7)	<0,001
Tibial antérieur	3,3 (1,7-4,7)	4,2 (3,3-4,7)	<0,001
Fibulaires	3,4 (2,0-4,7)	4,0 (1,0-4,7)	<0,001

Tableau 10 : Carraro, 2014 : Extraction des résultats avec l'échelle MRC

Il est donc démontré une augmentation générale de cette force après l'intervention avec des résultats statistiquement significatifs car dans tous les cas $p < 0,05$.

L'échelle SMCS a jugé la sélectivité de la commande motrice et a montré une augmentation de 3 points en passant de 4 à 7 après la SDR avec une valeur de $p < 0,001$. L'amélioration de cette aptitude est donc statistiquement révélatrice.

Enfin des analyses de la marche avec la grille **3D gait analysis** et des mesures de **coût énergétique** lors de cette dernière avec un "*breath by breath portable metabolimeter*" ont montré d'une part l'amélioration de tous les paramètres de la déambulation qui se rapprochent des sujets sains avec $p < 0,05$ et d'autre part un coût énergétique testé à diverses vitesses plus faibles après la SDR avec $p < 0,05$.

3.3.4 L'étude de Summers 2019

Toutes les analyses statistiques de cette étude ont été effectuées avec *Stata version 15*. Ainsi des intervalles de confiance à 95% ont été calculés et donnés directement dans l'article. Dans cette étude, **l'amélioration de l'état fonctionnel** a été mesuré par l'échelle "*Gross Motor Function Measure*".

	Moyenne du score GMFM pré-SDR	Moyenne du score GMFM post-SDR (deux ans après)	Changement moyen par année avec un intervalle de confiance à 95%	p-Value
Total (n=137)	59,0 (9,9)	66,0 (12,2)	3,2 [2,9 ; 3,5]	p<0,0001
GMFCS II (n=52)	69,0 (7,9)	77,6 (8,9)	3,8 [3,2 ; 4,2]	p<0,0001
GMFCS III (n=85)	52,8 (4,6)	58,8 (7,5)	2,9 [2,5 ; 3,2]	p<0,0001

Tableau 11 : Summers, 2019 : Extraction des résultats avec l'échelle GMFM

On observe une amélioration moyenne par an de 3,2 qui est statistiquement significative. L'augmentation obtenue par la rhizotomie dorsale sélective est quantifiée en pourcentage, elle est alors de **11,8%** par année. L'intervalle de confiance à 95% nous permet de confirmer cette augmentation significative. En effet, la différence entre ces bornes est faible et la borne inférieure est suffisamment éloignée de l'absence d'effet de l'intervention pour affirmer son efficacité. Cette amélioration est d'autant plus importante pour les enfants avec un GMFCS II par rapport à ceux avec un GMFCS III.

Par ailleurs, l'amélioration de la qualité de vie a été évaluée avec le questionnaire *CP-QoL*. Globalement, on observe une amélioration des résultats obtenus selon les dimensions du bien-être social et de l'acceptation, des sentiments relatifs à la fonction, de la participation physique, du bien-être émotionnel et de l'estime de soi, de l'accès aux services et enfin de la santé familiale. Les résultats obtenus concernant la dimension de la douleur et l'impact du handicap a nettement baissé. Ces résultats ne sont pas significatifs pour trois de ces dimensions avec $p>0,05$: le bien-être social et l'acceptation, le bien-être émotionnel et l'estime de soi et l'accès aux services.

Des effets indésirables bénins à modérés (**annexe 9**) ont été relevés pour 15 enfants (**10,9 %**).

3.4 Présentation globale des résultats concernant l'état fonctionnel global

L'augmentation prodiguée par la SDR est calculée dans trois des quatre études incluses [48][50][51]. Le graphique **ci-dessous** est une modélisation de cette augmentation. Rappelons qu'elle est respectivement de **7,6%** (à court terme), de **0,8%** et de **11,8 %** dans les études de *Van Schie, Carraro* et de *Summers*.

L'augmentation perçue dans l'étude de *Dudley* est modélisable mais non calculable car les données présentées sur les graphiques ne sont pas assez précises.

Il est nécessaire de préciser que l'augmentation du score GMFM présentée dans l'étude de Carraro n'est pas significative et que ces résultats ne sont donc pas applicables à la population générale. De plus, le score GMFM n'est pas exprimé de la même façon que dans les deux autres études, il est ainsi difficile de comparer et de modéliser l'augmentation perçue. C'est pour ces raisons qu'elle n'apparaîtra pas dans ce graphique.

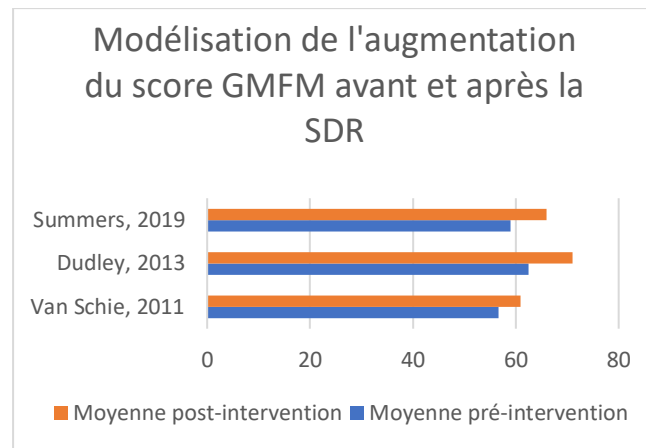


Figure 10 : Modélisation de l'augmentation de l'état fonctionnel global

Le graphique en forêt est utilisé pour comparer les résultats issus des études de *Van Schie* et de *Summers*. Concernant son interprétation, **la place** du carré vert sur l'axe représente la différence intra-groupe, c'est-à-dire l'effet de l'intervention ; plus il sera éloigné de l'axe central (absence d'effet), plus l'effet démontré sera important. **La taille** du carré vert représente la taille de l'échantillon ; plus il sera grand, plus l'étude concernée comportera une population importante. **Le trait croisant le carré** représente l'intervalle de confiance ; plus il est grand moins les résultats seront précis.

En appliquant ces constats, l'étude de *Summers* concerne un grand échantillon et démontre un effet puissant de la rhizotomie dorsale sélective. Les résultats sont significatifs et l'intervalle de confiance est précis. L'étude de *Van Schie* concerne un plus petit échantillon mais démontre un effet positif de la SDR. Les résultats sont statistiquement significatifs mais non cliniquement parlant.

L'effet global de l'intervention est représenté par le losange noir. Il est éloigné de l'axe central et ne le touche pas ce qui montre que les résultats sont puissants et significatifs. L'analyse met une évidence un IC 95% [4,18 ; 9,06]. De ce résultat, nous pouvons donc conclure que la rhizotomie dorsale sélective a montré une efficacité représentée par une augmentation pouvant aller de 4,18 à 9,06 sur le score GMFM.

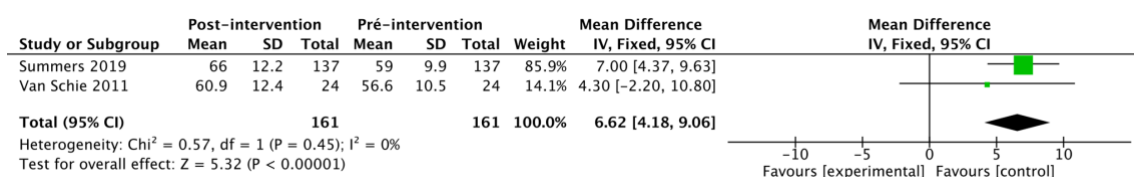


Figure 11 : Forest plot de la différence des moyennes pré et post SDR de l'étude de Van Schie 2011 et de Summers 2019

4 Discussion

4.1 Analyse des principaux résultats

Cette revue de littérature étudie l'efficacité de la rhizotomie dorsale sélective dans l'amélioration de l'état fonctionnel global des enfants paralysés cérébraux.

Après application des critères d'inclusion, 4 études en série de cas ont été sélectionnées. Ces études regroupent 284 enfants âgés entre 3 et 12 ans atteints de paralysie cérébrale sous forme spastique. Les enfants seront suivis à partir d'un temps préopératoire pendant différentes durées en fonction des études, où des contrôles post-opératoires seront réalisés.

Dans cette revue, le critère de jugement principal, **l'amélioration de l'état fonctionnel global** après la rhizotomie dorsale sélective, a permis de fournir divers résultats. Des critères de jugements secondaires, **l'amélioration de la qualité de vie** et le **rétablissement des fonctions structurelles du corps** ont été choisis pour témoigner des différents effets de cette intervention. Les résultats obtenus sur l'ensemble des études sont partagés. Des améliorations portant sur différents critères sont constatées dans la majorité des études, une régression est également parfois démontrée et enfin d'autres résultats ne sont pas significatifs. Dans ce dernier cas l'extrapolation à la population est impossible.

4.1.1 Analyse des résultats par critères de jugement

4.1.1.1 *L'amélioration de l'état fonctionnel global*

L'outil de mesure associé à ce critère, l'échelle GMFM, a permis de réaliser différents constats.

⇒ Dans l'étude de **Van Schie, 2011** [48], l'augmentation de ce score chez les enfants paralysés cérébraux à court terme (un an) et à long terme (en moyenne six ans) après la SDR est statistiquement significative. L'intervalle de confiance reste cependant peu précis, englobant la valeur 0, il faut ainsi rester vigilant quant aux résultats de cette intervention. Cette augmentation est représentée par la différence des moyennes post et préopératoires qui est de 4,3 à court terme et de 6,5 à long terme. Par ailleurs, des questionnaires parentaux ont démontré qu'à long terme, 91% des parents pensent que l'état fonctionnel de leur enfant aurait augmenté. Même s'ils ne possèdent pas de valeur statistique, ce retour d'expérience reste intéressant à prendre en compte.

À court terme, ces gains fonctionnels sont plus importants pour les enfants ayant un GMFCS 1 ou 2 que ceux avec un GMFCS 3. Le faible échantillon de la population d'enfants avec un GMFCS 1 ou 2 et donc les IC 95 relativement larges ne permettent pas de conclure avec certitude l'extrapolation de ces résultats.

À long terme, l'augmentation fonctionnelle est équivalente entre ces deux groupes mais n'est pas significative tant dans son aspect clinique que dans son aspect statistique.

- ⇒ Dans l'étude de **Dudley, 2013** [49], les graphiques illustrent une augmentation statistiquement caractéristique du score GMFM dans toutes ses dimensions.
Cette augmentation reste véridique sur le long terme (jusqu'à 15 ans post-opératoire) mais est difficilement quantifiable car les données présentées sur les graphiques ne sont pas précises sur les ordonnées.
- ⇒ Dans l'étude de **Carraro, 2014** [50], les résultats donnés par l'échelle GMFM ne sont pas statistiquement significatifs et ne peuvent pas conclure une efficacité de la SDR dans l'amélioration de l'état fonctionnel global. Les IC 95 sont extrêmement larges et englobent la valeur 0. Ils ne sont pas cliniquement significatifs et l'efficacité n'est donc pas estimable.
Par ailleurs, un autre outil permettant d'évaluer ce critère de jugement a été utilisé dans cet article. Il s'agit de l'échelle WeeFIM qui permet d'évaluer les habiletés fonctionnelles de l'enfant et de mesurer la nécessité d'assistance pour réaliser des activités.
Ces dernières, au nombre de 18, sont réparties en trois domaines (soins personnels, mobilité, cognition). Avec cette échelle, une amélioration statistiquement révélatrice a été démontrée, représentée par la différence des moyennes post et préopératoires qui est de 7.
- ⇒ Dans l'étude de **Summers, 2019** [51], on observe une augmentation statistiquement et cliniquement significative de l'état fonctionnel global à 12 puis 24 mois post-opératoires, elle est alors de 3,2 en moyenne par année.
Ces gains fonctionnels sont supérieurs pour les enfants avec un GMFCS 2 que pour ceux avec un GMFCS 3. En effet, ils seront respectivement de 3,8 et de 2,9.

4.1.1.2 L'amélioration de la qualité de vie

- ⇒ L'étude de **Dudley, 2013**, s'est intéressée aux dimensions de mobilité et de soins personnels du questionnaire *PEDI* et a mis en évidence des améliorations statistiquement significatives dans ces deux domaines. Cela apporte un autre aspect des bénéfices que pourrait prodiguer cette intervention.
- ⇒ L'étude de **Summers, 2019**, a également fourni des données concernant l'amélioration de la qualité de vie avec l'utilisation du questionnaire *CP-QoL*. Trois domaines de ce questionnaire n'ont pas pu fournir de résultats statistiquement révélateurs mais ceux concernant les sentiments relatifs à la fonction, la participation physique, la santé familiale et la douleur et l'impact du handicap, ont connu une amélioration statistiquement significative.

4.1.1.3 Le rétablissement des fonctions structurelles du corps

- ⇒ L'étude de **Van Schie, 2011**, a pu montrer, par l'intermédiaire de l'échelle *Modified Tardieu Scale*, qu'à long terme, aucun enfant n'avait de spasticité résiduelle. Par ailleurs, 9% d'effets indésirables ont été relevés après chirurgie.
- ⇒ L'étude de **Dudley, 2013**, a mis en évidence, avec l'outil *Ashworth Scale*, une disparition de la spasticité et l'absence de sa récurrence sur le long terme de manière statistiquement significative.

- ⇒ L'étude de **Carraro, 2014**, montre divers constats par la multiplicité des outils de mesure utilisés. L'échelle *Ashworth Scale Modified* met en évidence une diminution de la spasticité statistiquement significative en particulier concernant les muscles agissant sur les pieds. L'échelle *MRC*, montre une augmentation globale statistiquement significative de la force musculaire au niveau des membres inférieurs. De plus, l'échelle *SMCS*, illustre l'élévation de la sélectivité de la commande motrice de manière statistiquement révélatrice. Par ailleurs, les augmentations d'amplitudes articulaires mesurées avec le goniomètre ne sont pas significatives. Enfin, les analyses de la marche et des dépenses énergétiques montrent des améliorations statistiquement significatives pour les enfants après la SDR.
- ⇒ Enfin, l'étude de **Summers, 2019**, a fourni des données sur les effets indésirables post-SDR qui ont concerné 10,9% des enfants.

4.1.2 Analyse globale

Sur les quatre études incluses, trois d'entre elles, [48][49][51] ont pu montrer une amélioration statistiquement significative de l'état fonctionnel des enfants paralysés cérébraux après la SDR. Cette augmentation est mesurée à l'aide du GMFM. Par ailleurs, dans l'étude de Carraro [50], cette amélioration n'est franchement pas significative lorsqu'elle est mesurée avec cette échelle mais elle l'est lorsque l'échelle WeeFIM est utilisée.

Les deux études ayant évoqué l'amélioration de la qualité de vie, l'étude de Dudley, 2013 et de Summers, 2019, ont montré une amélioration statistiquement significative dans des domaines spécifiques :

- ceux de la mobilité et des soins personnels pour le questionnaire *PEDI*.
- ceux concernant les sentiments relatifs à la fonction, la participation physique, la santé familiale et la douleur et l'impact du handicap pour le questionnaire *CP-QoL*.

Enfin, c'est avec le critère de jugement secondaire portant sur le rétablissement des fonctions structurelles du corps, que nous avons pu réaliser différents constats.

La spasticité a été évaluée dans trois études avec des outils de mesure différents (*Modified Tardieu Scale et Ashworth scale modified*). Les résultats sont statistiquement significatifs et montrent une réduction voire une disparition de la spasticité chez les enfants ayant eu recours à la SDR.

Par ailleurs, l'étude de Carraro, 2014 illustre une augmentation globale de la force musculaire au niveau des membres inférieurs (avec l'échelle *MRC*), une élévation de la sélectivité de la commande motrice (avec l'échelle *SMCS*) et des améliorations au niveau des analyses de la marche et des dépenses énergétiques après la SDR de manière statistiquement significatives.

Les augmentations d'amplitudes articulaires mesurées avec le goniomètre dans cette même étude ne sont pas significatives.

Les effets indésirables sont relevés dans l'étude de Van Schie, 2011 et de Summers, 2019 et sont respectivement de 9% et des 10,9%.

Enfin, il est nécessaire de mettre en évidence un constat mis en évidence dans trois des quatre études incluses. Le résultat de la SDR semble varier en fonction du niveau GMFCS en préopératoire.

Dans l'étude de Van Schie, 2011, plus le GMFCS est haut, meilleur sera l'augmentation du GMFM à court terme. À long terme, ce constat n'est plus véridique. Rappelons que les enfants sélectionnés pour l'étude avaient un niveau GMFCS allant de 1 à 3.

Dans l'étude de Dudley, 2013, les enfants classés avec un GMFCS 1, 2 et 3 ont eu une augmentation de leur score GMFM similaire tandis que ceux avec un GMFCS 4 n'ont pas connu de changement significatif.

L'étude de Carraro, 2014, ne présente pas ses résultats en fonction de la classification GMFCS préopératoire.

Dans l'étude de Summers, 2019, les enfants avec un GMFCS 2 ont une augmentation plus importante de leur score GMFM que les enfants avec un GMFCS 3.

Il est ainsi mis en évidence que les enfants partant avec un niveau moteur supérieur avant la rhizotomie dorsale sélective ont une augmentation de leur état fonctionnel global supérieure à ceux avec un niveau plus faible.

4.1.3 Analyse des limites des études

Les résultats obtenus par l'intermédiaire de ces différentes études nous donnent des données pertinentes concernant notre pratique clinique avec des enfants ayant eu recours à la SDR. Cependant, il est primordial de mettre certaines limites en évidence.

Premièrement, c'est le design des études sélectionnées avec un schéma en série de cas qui semble constituer une principale limite. En effet, dans ce type d'étude, il n'y a pas de groupe contrôle dans lequel les enfants n'ont pas recours à une SDR, permettant d'analyser la différence intergroupe et objectiver le gain que peut apporter la SDR par rapport à l'absence d'intervention. Cela entraîne le questionnement fondamental de savoir si les résultats obtenus sont dus à l'intervention ou à d'autres facteurs comme le temps.

Une autre limite majeure serait l'absence de détails concernant le suivi kinésithérapique. En effet, la rhizotomie dorsale sélective est une intervention fondamentale et irréversible pour les enfants paralysés cérébraux, il est donc nécessaire d'être rigoureux et assidu sur la prise en charge des suites post-opératoires pour chacun des enfants ayant eu recours à cette opération.

Dans l'étude de **Van Schie**, le suivi opératoire est composé de rendez-vous au cours desquels les enfants sont évalués suivant la classification GMFCS, le score GMFM et avec la radiographie de leur colonne vertébrale et de leurs hanches. Des questionnaires à l'attention des parents sont également distribués lors de ces rendez-vous. Le traitement kinésithérapique se fait en dehors du cadre de cette étude et n'est ainsi pas détaillé. Cela constitue une limite fondamentale car les résultats de cette intervention peuvent être plus ou moins importants en fonction des enfants et cela peut dépendre de la prise en charge post-opératoire.

Dans les trois autres études incluses, le suivi kinésithérapique est détaillé et protocolisé.

Il est composé par une prise en charge intensive pendant 6 semaines (6h par jour) avec du renforcement musculaire global principalement, puis 3h par semaine avec le début des étirements et du renforcement musculaire analytique des membres inférieurs dans l'étude de **Dudley**.

Dans celle de **Carraro**, le traitement post-opératoire est composé d'une phase intensive de 6 à 8 semaines avec deux sessions par jour et d'une seconde phase pendant une année pour entretenir les gains fonctionnels.

Dans l'étude de **Summers**, le traitement kinésithérapique est spécifié pour les deux années suivant la chirurgie mais n'est pas détaillé dans cet article.

Par ailleurs, l'étude de **Carraro** concerne un petit échantillon (N=9) ce qui rend difficile l'application des résultats à la population générale.

Cette étude a la particularité de présenter son score *GMFM* de manière non convertie et de ne pas préciser s'il s'agit de l'échelle *GMFM-88* ou *GMFM-66*, rendant impossible son calcul. Cela empêche également sa comparaison avec les scores obtenus dans les autres études.

De plus, le nombre et les durées au bout desquelles les contrôles postopératoires seront réalisés varient d'une étude à l'autre ce qui rend difficile la comparaison entre elles. Dans l'étude de *Van Schie*, ce dernier s'effectue à court terme (1 an) et à long terme (6 ans en moyenne).

L'étude de *Dudley* présente un suivi à long terme (jusqu'à 15 ans) en passant par des contrôles à 1, 5 et 10 ans après la chirurgie et comporte ainsi de nombreux "perdus de vue".

L'étude de *Carraro* comprend un unique contrôle 12 mois après l'opération.

Enfin, on retrouvera trois points de contrôles (à 4/6 mois, 1 an et 2 ans) dans l'étude de *Summers* mais les résultats seront directement calculés avec l'augmentation moyenne annuelle.

Les différentes études incluses manquent ainsi d'homogénéité entre elles.

4.2 Applicabilité des résultats en pratique clinique

Afin de constater l'applicabilité des résultats en pratique clinique il est nécessaire de prendre en compte la balance bénéfice-risque ainsi que la reproductibilité et la faisabilité du traitement.

4.2.1 Balance bénéfices-risques de l'intervention

Concernant **les bénéfices** que pourrait apporter une telle intervention, il est nécessaire de se poser plusieurs questions.

Premièrement, il faut savoir si la différence observée entre le score pré et post-opératoire est importante. Rappelons qu'en tenant compte de la sensibilité et de la spécificité de l'échelle de score *GMFM* [37] et de la stabilité de ce score à travers le temps en l'absence d'intervention, une augmentation supérieure à 5% sera considérée comme importante.

Le calcul de cette dernière a montré une augmentation du score fonctionnel global de 7,6 % à court terme et de 11,3 % à long terme pour l'étude de *Van Schie*, de 0,8 % pour l'étude de *Carraro* et de 11,8 % pour l'étude de *Summers*.

Le score fonctionnel a ainsi augmenté de façon importante après la rhizotomie dorsale sélective dans deux des trois études décrites.

Il faut ensuite se demander si l'effectif des échantillons est suffisant pour affirmer l'efficacité du traitement réalisé.

Dans cette revue de littérature, les échantillons sont de 33, 105, 9 et 137, soit 284 individus. Ils ne sont pas assez conséquents pour affirmer l'efficacité de la SDR et pour appliquer les résultats à la population générale.

Ensuite, il est important de définir si le critère de jugement principal et les critères de jugements secondaires sont importants pour nos patients. Dans cette revue, l'état fonctionnel des enfants paralysés cérébraux est le critère de jugement principal. Le rétablissement des fonctions structurales du corps et la qualité de vie sont des critères de jugements secondaires. Ces critères sont considérables dans la vie d'un individu. Ils permettent d'en évaluer différents aspects, notamment la capacité de se déplacer dans l'espace, et jugent la qualité de vie de ces enfants. Il est primordial de maintenir la santé en termes de déambulation, de développement cognitif, d'interaction sociale et d'autonomie. Ces critères de jugements sont ainsi conséquents pour eux et pèsent dans la balance bénéfiques/risques de la rhizotomie dorsale sélective.

Il est nécessaire de mettre en évidence **les risques** que peut provoquer une intervention comme la rhizotomie dorsale sélective.

Tout d'abord, il semble important de rappeler que cette chirurgie est irréversible. En sectionnant les radicelles sensitives postérieures, même si la force musculaire n'est pas impactée par ce geste, la commande motrice véritable apparaîtra. Selon le degré d'atteinte cérébrale de l'enfant, cette commande sera plus ou moins bonne. Lorsque la spasticité est présente, il est difficile d'évaluer la qualité de cette commande mais possible grâce à des techniques d'inhibitions mises en pratique par le thérapeute. [1]

Par ailleurs, cette intervention comporte des effets indésirables. Trois enfants (**9%**) ont connu des effets indésirables au niveau de la colonne vertébrale : une fusion spontanée des apophyses épineuses de L2 à L5, un spondylolisthésis de L3 à L4 et une scoliose avec un angle de Cobb de 21° dans l'étude de *Van Schie*. Quinze enfants (**10,9%**) ont eu les effets indésirables bénins à modérés suivants dans l'étude de *Summers* : légère dystonie découverte, dysesthésie bénigne persistante dans les pieds et les jambes, légère infection et granulations au niveau de la cicatrice, diarrhées, constipation et vomissements bénins, légère douleur au dos, une légère faiblesse générale de l'état de l'enfant ainsi qu'une infection urinaire modérée à la suite du retrait de la sonde. Parmi ces effets, seule la dystonie et un cas de dysesthésie n'ont pas été résolus.

Ces éléments délétères ne sont pas négligeables et sont à prendre en compte dans la balance bénéfiques/risques.

4.2.2 Reproductibilité et faisabilité du traitement

Il est nécessaire de se demander si le contexte de soins est similaire aux conditions de rééducation. L'intervention, la rhizotomie dorsale sélective, est protocolisée et précisée donc reproductible.

La reproductibilité des programmes de kinésithérapie postopératoires des études est à l'inverse très limitée. En effet, trois des quatre études incluses ont pu spécifier leur programme de rééducation [49][50][51], la quatrième ne l'a pas fait rendant la reproductibilité difficile [48].

Par ailleurs, pour les trois études ayant spécifié son programme de kinésithérapie, seuls les nombres de séances par semaine avec leurs durées sont définis. La nature et le nombre de répétitions par exercice, le matériel utilisé ainsi que les charges ajoutées, ne sont globalement pas précisés.

L'étude de *Dudley* décrit les objectifs principaux de la rééducation post rhizotomie dorsale sélective qui sont le renforcement musculaire pour retrouver une force optimale, les étirements des membres inférieurs et l'usage d'aides à la marche pour le contrôle et le maintien postural.

Dans l'étude de *Carraro*, les deux principaux buts de la rééducation sont les étirements musculaires et l'aide à l'acquisition d'une nouvelle modalité du mouvement avec moins de spasticité. Les enfants doivent effectuer des étirements et du renforcement musculaire et ainsi débiter un nouvel apprentissage moteur. Quelques exercices sont décrits comme le travail de l'alignement correct sur une chaise et l'apprentissage du maintien postural du tronc.

Enfin, l'étude de *Summers* ne détaille pas les objectifs clefs du traitement en kinésithérapie post rhizotomie dorsale sélective.

Rappelons que le NICE (*National Institute for Health and Clinical Excellence*) préconise la mise en place d'une conséquente rééducation en période post-opératoire pour conditionner les résultats de la SDR. La prise en charge doit être centrée sur le renforcement musculaire, l'acquisition des fonctions motrices fines et l'amélioration de la commande sélective du mouvement.

Il est nécessaire de rappeler que la SDR n'est pas efficace sans rééducation associée. Cette intervention nécessite une prise en charge postopératoire standardisé et intensive, dans un premier temps, afin de maximiser les gains qu'elle pourrait prodiguer.

4.3 Qualité des preuves

Afin de définir la qualité des preuves de cette revue de littérature, il faut se fier au niveau de preuve scientifique des études incluses ainsi qu'à la qualité méthodologique de ces dernières.

Les quatre études incluses ont un schéma sous forme de série de cas et en se référant à la [Figure 5 : Grade des recommandations selon la HAS](#), nous pouvons affirmer que le grade des recommandations sera de niveau C, c'est-à-dire avec un **faible niveau de preuve scientifique**.

La HAS présente également un système GRADE qui permet d'évaluer la qualité des preuves d'une revue de littérature. [42]

La revue de littérature présentée repose exclusivement sur des études avec un schéma sous forme de "série de cas". Le système GRADE décrit **ci-dessous** la classe donc avec niveau de preuve D malgré la qualité méthodologique correcte de chacune des études individuellement (évaluée par l'échelle *JBI critical appraisal tool*) et les résultats significatifs obtenus.

Niveau de preuve	Description
Niveau A	Il existe une (des) méta-analyse(s) de bonne qualité ou plusieurs essais randomisés de bonne qualité dont les résultats sont cohérents. De nouvelles données ne changeront très probablement pas la confiance en l'effet estimé.
Niveau B	Il existe des preuves de qualité correcte (essais randomisés [B1] ou études prospectives ou rétrospectives [B2]) avec des résultats dans l'ensemble cohérents. De nouvelles données peuvent avoir un impact sur la confiance dans l'estimation de l'effet, et peuvent changer l'estimation.
Niveau C	Les études disponibles sont critiquables d'un point de vue méthodologique et/ou les résultats des essais ne sont pas toujours cohérents entre eux. De nouvelles données auront très probablement un impact important sur la confiance dans l'estimation de l'effet et changeront probablement l'estimation.
Niveau D	Il n'existe pas de données ou seulement des séries de cas. Il existe une forte incertitude sur l'effet estimé.

Tableau 12 : Système GRADE proposé par la HAS pour évaluer la qualité des preuves d'une revue de littérature

4.4 Biais potentiels de la revue

Il est important de savoir qu'une revue de littérature peut être prise comme document de référence si sa rédaction a suivi une méthode rigoureuse, valide et explicite d'élaboration. C'est par l'intermédiaire du guide d'analyse de l'ANAES (Agence nationale de l'accréditation et de l'évaluation en santé) [54] que nous allons évaluer la qualité de cette revue. Selon le guide de l'ANAES plusieurs critères résumés dans le tableau **ci-dessous** sont nécessaires pour cette évaluation. L'échelle est présentée en **annexe 10**.

	Totalement	Partiellement	Pas du tout
Les objectifs sont-ils clairement exposés ?	X		
Les sources de données sont-elles décrites ?	X		
Les critères d'inclusion, d'exclusion et le mode de sélection des articles sont-ils énumérés ?	X		

Les modalités de réalisation de l'analyse de la littérature sont-elles précisées ?		X	
La méthode utilisée pour réaliser la synthèse des résultats est-elle présentée ?	X		
L'auteur décrit-il les résultats de la recherche bibliographique ?	X		
L'auteur commente-t-il la validité des études sur lesquelles il fonde ses arguments.	X		
Les conclusions s'appuient-elles sur des données fiables et référencées ?	X		
La conclusion permet-elle de répondre aux questions que l'on se pose ?	X		

Tableau 13 : Analyse des biais potentiels de la revue selon le guide de l'ANAES

Dans cette revue, la question posée est clairement définie. L'hypothèse selon laquelle la rhizotomie dorsale sélective permettrait d'améliorer l'état fonctionnel des enfants paralysés cérébraux est clairement exposée et segmentée en sous-questions très précises.

Qu'est-ce que la paralysie cérébrale ? Quel est le fonctionnement d'une telle intervention ? Quel est l'outil de mesure le plus adéquat afin de juger de l'état fonctionnel d'un enfant atteint de PC ?

Le champ étudié est ainsi clairement défini et **l'item 1 est validé.**

Concernant la méthodologie de rédaction de cette revue, les sources de données sont décrites avec des équations de recherche associées, les critères d'inclusion, d'exclusion, ainsi que le mode de sélection des articles sont énumérés.

Le diagramme de flux réalisé résume cette recherche et permet de récapituler le cheminement utilisé pour la rédaction de cette revue. Ainsi **les item 2 et 3 sont validés.**

Les modalités de réalisation de l'analyse de la littérature sont partiellement validées. En effet, bien qu'une grille de lecture, l'échelle *JBI Critical Appraisal Tool*, ait été utilisée et que les modalités d'extraction des données aient été précisées, la lecture n'a pas été réalisée en double aveugle, c'est-à-dire qu'une seule personne a réalisé cette étape. **L'item 4 est partiellement validé.**

La méthode utilisée pour réaliser la synthèse des résultats est clairement présentée, ainsi **l'item 5 est validé**.

L'item 6 est validé car les résultats de la recherche bibliographique sont exposés dans des tableaux ou des diagrammes (tableau des études exclues, tableaux des études incluses et diagramme de flux).

Dans cette revue, le choix de sélectionner des études en "série de cas" est expliqué. Malgré leur faible niveau de preuve pour les études thérapeutiques, leur sélection a été justifiée par une question éthique afin de ne pas priver des enfants d'un éventuel traitement bénéfique pour leurs aptitudes motrices. **L'item 7 est validé**.

Les conclusions de cette revue s'appuient sur des données fiables et référencées, elles permettent de répondre aux questions que l'on se pose, **les item 8 et 9 sont validés**.

4.4.1 Conflits d'intérêts

En tant qu'auteure de cette revue, je déclare n'avoir aucun conflit d'intérêt concernant la recherche et la rédaction de ce sujet.

5 Conclusion

La revue de littérature présentée porte sur l'observation de l'amélioration de l'état fonctionnel global de 284 enfants paralysés cérébraux après la rhizotomie dorsale sélective. Quatre études en série de cas ont été retenues et analysées afin de répondre à cette problématique.

La paralysie cérébrale est une pathologie vaste comprenant divers tableaux cliniques avec de nombreuses options thérapeutiques. Ces dernières ont pour but de diminuer certains symptômes et d'améliorer la qualité de vie. La rhizotomie dorsale sélective fait partie de cet arsenal thérapeutique depuis des années mais son utilisation est controversée au vu de l'hétérogénéité des résultats fonctionnels obtenus dans les différentes études menées ces vingt dernières années.

Cette intervention neurochirurgicale a été développée dans le but de réduire la spasticité des membres inférieurs et d'ainsi faciliter la mobilité des enfants paralysés cérébraux. Elle est systématiquement couplée à un protocole de kinésithérapie.

Dans cette revue, les quatre études sélectionnées montrent une augmentation de l'état fonctionnel global pour la plupart des enfants ayant eu recours à une SDR suivie d'un protocole kinésithérapique. L'absence d'amélioration de cet état fonctionnel après l'intervention y apparaît comme rare et peut s'expliquer par une mauvaise sélectivité de la commande motrice initiale, un contexte familial précaire, un défaut de qualité de prise en charge kinésithérapique ou encore un manque d'adhésion à cette dernière.

La rhizotomie dorsale sélective associée à une rééducation kinésithérapique apparaît ainsi être une option thérapeutique améliorant l'état fonctionnel global d'une population d'enfants paralysés cérébraux de niveaux fonctionnels hétérogènes (GMFCS 1 à 4) à long terme (jusqu'à quinze ans postopératoire). Ces résultats sont à relativiser en tenant compte des effets indésirables bénins à modérés relevés ainsi que des biais et limites mis en évidence dans chacune des études.

Lors de la rédaction de cette revue, de nombreuses bases de données ainsi que de nombreux articles ont été investigués et analysés. Peu d'ECR ont été trouvés du fait de la difficulté éthique de mener ce type d'étude en privant les enfants d'un éventuel traitement adapté. Un travail comportant un haut niveau de preuve et tenant compte de critères de sélection préopératoires mieux définis permettrait d'apprécier plus adéquatement les effets de la SDR chez l'enfant PC.

Cela suggère que d'autres études devraient être menées.

D'une part, elles devront comparer la rhizotomie dorsale sélective à une autre option thérapeutique (ITB, injection de toxine botulique...) afin de ne pas priver un groupe d'enfants atteints de paralysie cérébrale de recevoir un traitement.

D'autre part, les gains fonctionnels devront être étudiés dans des groupes distincts d'enfants, classés en fonction de la sévérité et de la forme de l'atteinte, afin de définir les critères prédictifs de réussite de la SDR couplée à une prise en charge en kinésithérapie pédiatrique, elle aussi normée.

Ces nouvelles études présenteraient une qualité des preuves supérieure à celle des études en série de cas incluses et obtiendraient des résultats plus fiables permettant d'attester ou non de l'efficacité de la rhizotomie dorsale sélective.

6 Références bibliographiques

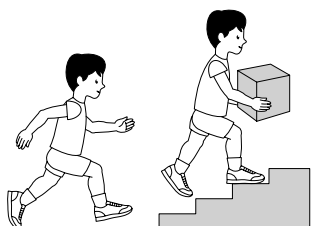
- [1] BULLINGER A. Le développement sensori-moteur de l'enfant et ses avatars. Eres; 2013.
- [2] Bérard C. La paralysie cérébrale de l'enfant: Guide de la consultation, examen neuro-orthopédique du tronc et des membres inférieurs. Montpellier: Sauramps Médical; 2010.
- [3] Gautheron V, Chalaye C, d'Anjou M-C, Bayle B, Charles R, Chevignard M. Annonce du handicap. Lett Med Phys Readapt 2008.
- [4] Cans C. Épidémiologie de la paralysie cérébrale (« cerebral palsy » ou cp). Motricité Cérébrale : Réadaptation, Neurologie du Développement 2005.
- [5] Racinet C, Cans C. Paralysie cérébrale et responsabilité obstétricale. Rev med perinat 2010.
- [6] The Definition and Classification of Cerebral Palsy - 2021 n.d.
- [7] SCPE : European Platform on Rare Disease Registration n.d.
- [8] Bernardeau C, Cataix-Nègre E, Barbot FD, Guillot I, Khouri N, Métayer ML, et al. Comprendre la paralysie cérébrale et les troubles associés: Evaluations et traitements. Elsevier Health Sciences; 2017.
- [9] CNFS. Paralysie cérébrale n.d.
- [10] Site de la HAS : Argumentaire autour de la paralysie cerebrale n.d.
- [11] Rosenbaum P. The Definition and Classification of Cerebral Palsy: Are We Any Further Ahead in 2006? NeoReviews 2006.
- [12] Sadowska M, Sarecka-Hujar B, Kopyta I. Cerebral Palsy: Current Opinions on Definition, Epidemiology, Risk Factors, Classification and Treatment Options. Neuropsychiatr Dis Treat 2020.
- [13] Krigger KW. Cerebral Palsy: An Overview. Cerebral Palsy 2006.
- [14] Schaefer GB. Genetics Considerations in Cerebral Palsy. Seminars in Pediatric Neurology 2008.
- [15] Savelli M, Pinard JM. Actualités dans la paralysie cérébrale 2014.
- [16] Vasseur R. La diplégie spastique : dépistage précoce et prévention: Un modèle pour l'étude du développement précoce et ses troubles. Devenir 2009.
- [17] Chabrier S, Roubertie A, Allard D, Gautheron V. Hémiplégie cérébrale infantile : épidémiologie, aspects étiologiques et développements thérapeutiques récents. Revue Neurologique 2010.
- [18] Pannier LH, Ferey S. Imagerie et développement neuromoteur chez l'enfant IMC 2009.
- [19] Levitt S, Addison A. Treatment of Cerebral Palsy and Motor Delay. John Wiley & Sons; 2018.
- [20] Cerebral Palsy (CP) Syndromes - Pediatrics. Merck Manuals Professional Edition n.d.
- [21] Multani I, Manji J, Hastings-Ison T, Khot A, Graham K. Botulinum Toxin in the Management of Children with Cerebral Palsy. Pediatr Drugs 2019.
- [22] LE METAYER. Rééducation cerebro-motrice du jeune enfant - éducation thérapeutique 1999.
- [23] Miller F. Physical Therapy of Cerebral Palsy. Springer Science & Business Media; 2007.
- [24] Meslem T, Quentin V. Chirurgie multisite en un temps et programme de rééducation postopératoire chez l'enfant avec paralysie cérébrale. Lett Med Phys Readapt 2008.
- [25] Koman LA, Smith BP, Balkrishnan R. Spasticity Associated with Cerebral Palsy in Children. Pediatr Drugs 2003.
- [26] Milligan J, Ryan K, Lee J. Démythifier la spasticité en première ligne. Can Fam Physician 2019.
- [27] Surgical treatment of spasticity in cerebral palsy n.d.
- [28] Steinbok P. Selective dorsal rhizotomy for spastic cerebral palsy: a review. Childs Nerv Syst 2007.
- [29] Enslin JMN, Langerak NG, Fieggan AG. The Evolution of Selective Dorsal Rhizotomy for the Management of Spasticity. Neurotherapeutics 2019.
- [30] Aquilina K, Graham D, Wimalasundera N. Selective dorsal rhizotomy: an old treatment re-emerging. Arch Dis Child 2015.

- [31] Park TS, Johnston JM. Surgical techniques of selective dorsal rhizotomy for spastic cerebral palsy: Technical note. *Neurosurgical Focus* 2006.
- [32] Selective dorsal rhizotomy for spasticity in cerebral palsy n.d.
- [33] Trost JP, Schwartz MH, Krach LE, Dunn ME, Novacheck TF. Comprehensive short-term outcome assessment of selective dorsal rhizotomy. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2008.
- [34] Cawker S, Aquilina K. Selective dorsal rhizotomy (the perspective of the neurosurgeon and physiotherapist). *Paediatrics and Child Health* 2016.
- [35] Palisano R, Rosenbaum P, Bartlett D, Livingston M. Le Système de Classification de la Fonction Motrice Globale Étendu, Revu et Corrigé n.d.:7.
- [36] Lundkvist Josenby A, Jarnlo G-B, Gummesson C, Nordmark E. Longitudinal Construct Validity of the GMFM-88 Total Score and Goal Total Score and the GMFM-66 Score in a 5-Year Follow-up Study. *Physical Therapy* 2009.
- [37] Alotaibi M, Long T, Kennedy E, Bavishi S. The efficacy of GMFM-88 and GMFM-66 to detect changes in gross motor function in children with cerebral palsy (CP): a literature review. *Disability and Rehabilitation* 2014.
- [38] McLaughlin JF, Bjornson KF, Astley SJ, Graubert C, Hays RM, Roberts TS, et al. Selective dorsal rhizotomy: efficacy and safety in an investigator-masked randomized clinical trial. *Dev Med Child Neurol* 1998.
- [39] Wright FV, Sheil EM, Drake JM, Wedge JH, Naumann S. Evaluation of selective dorsal rhizotomy for the reduction of spasticity in cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Dev Med Child Neurol* 1998.
- [40] Ailon T, Beauchamp R, Miller S, Mortenson P, Kerr JM, Hengel AR, et al. Long-term outcome after selective dorsal rhizotomy in children with spastic cerebral palsy. *Childs Nerv Syst* 2015.
- [41] Pallot A. Evidence Based Practice en rééducation: Démarche pour une pratique raisonnée. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2019.
- [42] [etat_des_lieux_niveau_preuve_gradation.pdf](#) n.d.
- [43] [GMFM-88 and 66 scoresheet.pdf](#) n.d.
- [44] Le MeSH bilingue anglais - français n.d.
- [45] Kempen JH. Appropriate Use and Reporting of Uncontrolled Case Series in the Medical Literature. *American Journal of Ophthalmology* 2011.
- [46] Munn Z, Barker TH, Moola S, Tufanaru C, Stern C, McArthur A, et al. Methodological quality of case series studies: an introduction to the JBI critical appraisal tool. *JBI Evidence Synthesis* 2020.
- [47] Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021.
- [48] van Schie PEM, Schothorst M, Dallmeijer AJ, Vermeulen RJ, van Ouwkerk WJR, Strijers RLM, et al. Short- and long-term effects of selective dorsal rhizotomy on gross motor function in ambulatory children with spastic diplegia: Clinical article. *PED* 2011.
- [49] Dudley RWR, Parolin M, Gagnon B, Saluja R, Yap R, Montpetit K, et al. Long-term functional benefits of selective dorsal rhizotomy for spastic cerebral palsy: Clinical article. *PED* 2013.
- [50] Carraro E, Zeme S, Ticcinelli V, Massaroni C, Santin M, Peretta P, et al. Multidimensional outcome measure of selective dorsal rhizotomy in spastic cerebral palsy. *European Journal of Paediatric Neurology* 2014.
- [51] Summers J, Coker B, Eddy S, Elstad M, Bunce C, Bourmpaki E, et al. Selective dorsal rhizotomy in ambulant children with cerebral palsy: an observational cohort study. *The Lancet Child & Adolescent Health* 2019.
- [52] Martin J. Critical Appraisal Checklist for Case Series © Joanna Briggs Institute - 2017 n.d.
- [53] Recommandations HAS concernant la paralysie cérébrale 2021 n.d.
- [54] Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé (ANAES). *Acta Endosc* 1998.

7 Annexes

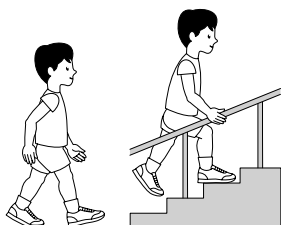
Annexe 1: Échelle GMFCS

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



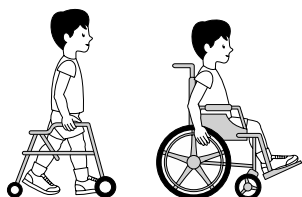
GMFCS Level I

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.



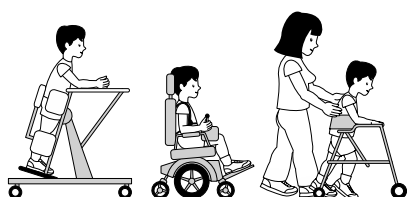
GMFCS Level II

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.



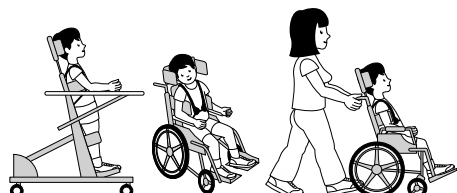
GMFCS Level III

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

Annexe 2 : Échelle GMFM-88

Check (3) the appropriate score: if an item is not tested (NT), circle the item number on the right column

Item	A: LYING & ROLLING	SCORE				NT
1.	SUP, HEAD IN MIDLINE: TURNS HEAD WITH EXTREMITIES SYMMETRICAL	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	1.
* 2.	SUP: BRINGS HANDS TO MIDLINE, FINGERS ONE WITH THE OTHER.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	2.
3.	SUP: LIFTS HEAD 45°	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	3.
4.	SUP: FLEXES R HIP & KNEE THROUGH FULL RANGE	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4.
5.	SUP: FLEXES L HIP & KNEE THROUGH FULL RANGE	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	5.
* 6.	SUP: REACHES OUT WITH R ARM, HAND CROSSES MIDLINE TOWARD TOY	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	6.
* 7.	SUP: REACHES OUT WITH L ARM, HAND CROSSES MIDLINE TOWARD TOY	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	7.
8.	SUP: ROLLS TO PR OVER R SIDE	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	8.
9.	SUP: ROLLS TO PR OVER L SIDE	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	9.
* 10.	PR: LIFTS HEAD UPRIGHT	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	10.
11.	PR ON FOREARMS: LIFTS HEAD UPRIGHT, ELBOWS EXT., CHEST RAISED.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	11.
12.	PR ON FOREARMS: WEIGHT ON R FOREARM, FULLY EXTENDS OPPOSITE ARM FORWARD.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	12.
13.	PR ON FOREARMS: WEIGHT ON L FOREARM, FULLY EXTENDS OPPOSITE ARM FORWARD	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	13.
14.	PR: ROLLS TO SUP OVER R SIDE.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	14.
15.	PR: ROLLS TO SUP OVER L SIDE	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	15.
16.	PR: PIVOTS TO R 90° USING EXTREMITIES	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	16.
17.	PR: PIVOTS TO L 90° USING EXTREMITIES	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	17.
TOTAL DIMENSION A						

Item	B: SITTING	SCORE				NT
* 18.	SUP, HANDS GRASPED BY EXAMINER: PULLS SELF TO SITTING WITH HEAD CONTROL.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	18.
19.	SUP: ROLLS TO R SIDE, ATTAINS SITTING	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	19.
20.	SUP: ROLLS TO L SIDE, ATTAINS SITTING	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	20.
* 21.	SIT ON MAT, SUPPORTED AT THORAX BY THERAPIST: LIFTS HEAD UPRIGHT, MAINTAINS 3 SECONDS	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	21.
* 22.	SIT ON MAT, SUPPORTED AT THORAX BY THERAPIST: LIFTS HEAD MIDLINE, MAINTAINS 10 SECONDS	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	22.
* 23.	SIT ON MAT, ARM(S) PROPPING: MAINTAINS, 5 SECONDS	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	23.
* 24.	SIT ON MAT: MAINTAIN, ARMS FREE, 3 SECONDS	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	24.
* 25.	SIT ON MAT WITH SMALL TOY IN FRONT: LEANS FORWARD, TOUCHESTOY, RE-ERECTS WITHOUT ARM PROPPING	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	25.
* 26.	SIT ON MAT: TOUCHES TOY PLACED 45° BEHIND CHILD'S R SIDE, RETURNS TO START	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	26.
* 27.	SIT ON MAT: TOUCHES TOY PLACED 45° BEHIND CHILD'S L SIDE, RETURNS TO START	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	27.
28.	R SIDE SIT: MAINTAINS, ARMS FREE, 5 SECONDS	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	28.
29.	L SIDE SIT: MAINTAINS, ARMS FREE, 5 SECONDS	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	29.
* 30.	SIT ON MAT: LOWERS TO PR WITH CONTROL	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	30.
* 31.	SIT ON MAT WITH FEET IN FRONT: ATTAINS 4 POINT OVER R SIDE.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	31.
* 32.	SIT ON MAT WITH FEET IN FRONT: ATTAINS 4 POINT OVER L SIDE.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	32.
33.	SIT ON MAT: PIVOTS 90°, WITHOUT ARMS ASSISTING	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	33.
* 34.	SIT ON BENCH: MAINTAINS, ARMS AND FEET FREE, 10 SECONDS.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	34.
* 35.	STD: ATTAINS SIT ON SMALL BENCH	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	35.
* 36.	ON THE FLOOR: ATTAINS SIT ON SMALL BENCH	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	36.
* 37.	ON THE FLOOR: ATTAINS SIT ON LARGE BENCH	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	37.
TOTAL DIMENSION B						

Item	C: CRAWLING & KNEELING	SCORE				NT
38.	PR: CREEPS FORWARD 1.8m (6')	0	1	2	3	38.
* 39.	4 POINT: MAINTAINS, WEIGHT ON HANDS AND KNEES, 10 SECONDS	0	1	2	3	39.
* 40.	4 POINT: ATTAINS SIT ARMS FREE	0	1	2	3	40.
* 41.	PR: ATTAINS 4 POINT, WEIGHT ON HANDS AND KNEES	0	1	2	3	41.
* 42.	4 POINT: REACHES FORWARD WITH R ARM, HAND ABOVE SHOULDER LEVEL	0	1	2	3	42.
* 43.	4 POINT: REACHES FORWARD WITH L ARM, HAND ABOVE SHOULDER LEVEL	0	1	2	3	43.
* 44.	4 POINT: CRAWLS OR HITCHES FORWARD 1.8m(6').....	0	1	2	3	44.
* 45.	4 POINT: CRAWLS RECIPROCALLY FORWARD 1.8m (6').....	0	1	2	3	45.
* 46.	4 POINT: CRAWLS UP 4 STEPS ON HANDS AND KNEES/FEET	0	1	2	3	46.
47.	4 POINT: CRAWLS BACKWARDS DOWN 4 STEPS ON HANDS AND KNEES/FEET	0	1	2	3	47.
* 48.	SIT ON MAT: ATTAINS HIGH KN USING ARMS, MAINTAINS, ARMS FREE, 10 SECONDS	0	1	2	3	48.
49.	HIGH KN: ATTAINS HALF KN ON R KNEE USING ARMS, MAINTAINS, ARMS FREE, 10 SECONDS	0	1	2	3	49.
50.	HIGH KN: ATTAINS HALF KN ON L KNEE USING ARMS, MAINTAINS, ARMS FREE, 10 SECONDS	0	1	2	3	50.
* 51.	HIGH KN: KN WALKS FORWARD 10 STEPS, ARMS FREE	0	1	2	3	51.

TOTAL DIMENSION C

Item	D: STANDING	SCORE				NT
* 52.	ON THE FLOOR: PULLS TO STD AT LARGE BENCH	0	1	2	3	52.
* 53.	STD: MAINTAINS, ARMS FREE, 3 SECONDS	0	1	2	3	53.
* 54.	STD: HOLDING ON TO LARGE BENCH WITH ONE HAND, LIFTS R FOOT, 3 SECONDS	0	1	2	3	54.
* 55.	STD: HOLDING ON TO LARGE BENCH WITH ONE HAND, LIFTS L FOOT, 3 SECONDS	0	1	2	3	55.
* 56.	STD: MAINTAINS, ARMS FREE, 20 SECONDS	0	1	2	3	56.
* 57.	STD: LIFTS L FOOT, ARMS FREE, 10 SECONDS	0	1	2	3	57.
* 58.	STD: LIFTS R FOOT, ARMS FREE, 10 SECONDS	0	1	2	3	58.
* 59.	SIT ON SMALL BENCH: ATTAINS STD WITHOUT USING ARMS.....	0	1	2	3	59.
* 60.	HIGH KN: ATTAINS STD THROUGH HALF KN ON R KNEE, WITHOUT USING ARMS.....	0	1	2	3	60.
* 61.	HIGH KN: ATTAINS STD THROUGH HALF KN ON L KNEE, WITHOUT USING ARMS	0	1	2	3	61.
* 62.	STD: LOWERS TO SIT ON FLOOR WITH CONTROL, ARMS FREE	0	1	2	3	62.
* 63.	STD: ATTAINS SQUAT, ARMS FREE	0	1	2	3	63.
* 64.	STD: PICKS UP OBJECT FROM FLOOR, ARMS FREE, RETURNS TO STAND	0	1	2	3	64.

TOTAL DIMENSION D

Item	E: WALKING, RUNNING & JUMPING	SCORE				NT
* 65.	STD, 2 HANDS ON LARGE BENCH: CRUISES 5 STEPS TO R	0	1	2	3	65.
* 66.	STD, 2 HANDS ON LARGE BENCH: CRUISES 5 STEPS TO L	0	1	2	3	66.
* 67.	STD, 2 HANDS HELD: WALKS FORWARD 10 STEPS	0	1	2	3	67.
* 68.	STD, 1 HAND HELD: WALKS FORWARD 10 STEPS	0	1	2	3	68.
* 69.	STD: WALKS FORWARD 10 STEPS	0	1	2	3	69.
* 70.	STD: WALKS FORWARD 10 STEPS, STOPS, TURNS 180°, RETURNS	0	1	2	3	70.
* 71.	STD: WALKS BACKWARD 10 STEPS	0	1	2	3	71.
* 72.	STD: WALKS FORWARD 10 STEPS, CARRYING A LARGE OBJECT WITH 2 HANDS	0	1	2	3	72.
* 73.	STD: WALKS FORWARD 10 CONSECUTIVE STEPS BETWEEN PARALLEL LINES 20cm (8") APART	0	1	2	3	73.
* 74.	STD: WALKS FORWARD 10 CONSECUTIVE STEPS ON A STRAIGHT LINE 2cm (3/4") WIDE	0	1	2	3	74.
* 75.	STD: STEPS OVER STICK AT KNEE LEVEL, R FOOT LEADING	0	1	2	3	75.
* 76.	STD: STEPS OVER STICK AT KNEE LEVEL, L FOOT LEADING	0	1	2	3	76.
* 77.	STD: RUNS 4.5m (15'), STOPS & RETURNS	0	1	2	3	77.
* 78.	STD: KICKS BALL WITH R FOOT	0	1	2	3	78.
* 79.	STD: KICKS BALL WITH L FOOT	0	1	2	3	79.
* 80.	STD: JUMPS 30cm (12") HIGH, BOTH FEET SIMULTANEOUSLY	0	1	2	3	80.
* 81.	STD: JUMPS FORWARD 30 cm (12"), BOTH FEET SIMULTANEOUSLY	0	1	2	3	81.
* 82.	STD ON R FOOT: HOPS ON R FOOT 10 TIMES WITHIN A 60cm (24") CIRCLE	0	1	2	3	82.
* 83.	STD ON L FOOT: HOPS ON L FOOT 10 TIMES WITHIN A 60cm (24") CIRCLE	0	1	2	3	83.
* 84.	STD, HOLDING 1 RAIL: WALKS UP 4 STEPS, HOLDING 1 RAIL, ALTERNATING FEET	0	1	2	3	84.
* 85.	STD, HOLDING 1 RAIL: WALKS DOWN 4 STEPS, HOLDING 1 RAIL, ALTERNATING FEET	0	1	2	3	85.
* 86.	STD: WALKS UP 4 STEPS, ALTERNATING FEET	0	1	2	3	86.
* 87.	STD: WALKS DOWN 4 STEPS, ALTERNATING FEET	0	1	2	3	87.
* 88.	STD ON 15cm (6") STEP: JUMPS OFF, BOTH FEET SIMULTANEOUSLY	0	1	2	3	88.

TOTAL DIMENSION E

Was this assessment indicative of this child's "regular" performance? YES NO

COMMENTS:

Annexe 3 : Échelle JBI Critical Appraisal Tool

Question	Yes	No	Unclear	Not applicable
1. Were there clear criteria for inclusion in the case series?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Was the condition measured in a standard, reliable way for all participants included in the case series?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Were valid methods used for identification of the condition for all participants included in the case series?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Did the case series have consecutive inclusion of participants?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Did the case series have complete inclusion of participants?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Was there clear reporting of the demographics of the participants in the study?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Was there clear reporting of clinical information of the participants?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Were the outcomes or follow-up results of cases clearly reported?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Was there clear reporting of the presenting sites'/clinics' demographic information?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Was statistical analysis appropriate?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Annexe 4 : Tableau des études exclues et des justifications d'exclusion

Article	Raisons d'exclusion
Joyce P. Trost, 2008	<i>Abstract</i> : L'outil de mesure principal, le Gross Motor Function Measure (GMFM) n'est pas utilisé.
Jack R. Engsborg, 2006	<i>Abstract</i> : les critères d'éligibilité concernant l'âge des enfants n'est pas respecté : inclusion d'individus majeurs
C. Graubert, 2000	<i>Lecture intégrale de l'article</i> : Qualité méthodologique inférieure à 4/10
JF McLaughlin, 1998	Date de publication antérieure à l'année 2011
Wright, 1998	Date de publication antérieure à l'année 2011
RM Hays, 1996	Date de publication antérieure à l'année 2011
JF McLaughlin, 1994	Date de publication antérieure à l'année 2011
Xiao Bo, 2016	La langue utilisée est le japonais.
Amira M Abd-emnolem, 2021	Les résultats ne sont pas encore publiés.
Amira M Abd-emnolem, 2021	<i>Abstract</i> : L'outil de mesure principal, le Gross Motor Function Measure (GMFM) n'est pas utilisé.
Tamir Ailon, 2015	<i>Abstract</i> : L'outil de mesure principal, le Gross Motor Function Measure (GMFM) n'est pas utilisé.
Annemieke L. Buizer, 2019	Ce n'est pas une étude.
Deepty Chugh, 2021	<i>Abstract</i> : L'outil de mesure principal, le Gross Motor Function Measure (GMFM) n'est pas utilisé.

Annexe 5 : Tableau des études incluses dans cette revue

Études	Auteurs	Année de publication
<i>Short- and long-term effects of selective dorsal rhizotomy on gross motor function in ambulatory children with spastic diplegia</i>	<i>Petra E.M. Van Schie, Maaïke Schothorst, Annet J. Dallmeijer, Jeroen Vermeulen, Willem J.R. Van Ouwkerk, Rob L.M. Strijers, Jules G. Becher</i>	2011
<i>Long-term functional benefits of selective dorsal rhizotomy for spastic cerebral palsy</i>	<i>Roy W.R. Dudley, Michele Parolin, Bruno Gagnon, Rajeev Saluja, Rita yap, Kathleen Montpetit, Joanne Ruck, Chantal Poulin, Marie-andrée Cantin, Thierry E. Benaroch, Jean-Pierre Farmer</i>	2013
<i>Multidimensional outcome measure of selective dorsal rhizotomy in spastic cerebral palsy</i>	<i>Elena Carraro, Sergio Zeme, Valentina Ticcinelli, Carlo Massaroni, Michela Santin, Paola Peretta, Andrea Martinuzzi, Enrico Trevisi</i>	2014
<i>Selective dorsal rhizotomy in ambulant children with cerebral palsy: an observational cohort study</i>	<i>Jennifer Summers, Bola Coker, Saskia Eddy, Maria Elstad, Catey Bunce, Elli Bourmpaki, Mark Pennington, Kristian Aquilina, Stephanie Cawker, Richard Edwards, John Goodden, Sally Hawes, Kate McCune, Benedetta Pettorini, Jennifer Smith, Christine Sneade, Michael Vloeberghs, Hannah Patrick, Helen Powell, Christopher Verity, Janet L Peacock</i>	2019

Annexe 6 : Tableaux des caractéristiques de chacune des études incluses

Article n°1	
Identification de l'article	Van Schie, 2011 : Short and long-term effects of selective dorsal rhizotomy on gross motor function in ambulatory children with spastic diplegia
Schéma d'étude	<p><i>Design</i> : Étude série de cas</p> <p><i>Durée de suivi</i> :</p> <p>Court terme : 1 ans</p> <p>Long terme : 6 ans en moyenne</p>
Population	<p><i>Pathologie</i> :</p> <p>Paralysie cérébrale diplégique spastique</p> <p><i>Taille de l'échantillon</i> :</p> <p>33 enfants de 3 à 12 ans avec une moyenne de 6 ans et 7 mois (plus ou moins 2ans)</p> <p>21 garçons et 12 filles</p> <p><i>Critères d'inclusion</i> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diagnostic de diplégie spastique - Minimum 2 ans et demi - Spasticité dans au moins 6 groupes de muscles des membres inférieurs - Pas de contractures limitant la fonction au niveau de la hanche, du genou et de la cheville - Pas de déformations structurelles au niveau des os - GMFCS 1 à 3 - Bon support familial <p><i>Critères d'exclusion</i> :</p> <p>Non mentionnés</p>
Intervention	<p>Laminoplastie neurophysiologiquement guidée suivant L2 à L5.</p> <p>Sélection des radicelles allant de L2 à S2.</p> <p>Détails du suivi en kinésithérapie : Non renseigné</p>
Critères de jugement principaux	Amélioration de l'état fonctionnel global, rétablissement des fonctions structurelles du corps
Outils de mesure	GMFM, l'échelle de Tardieu modifiée, radiographie, questionnaires.

Article n°2	
Identification de l'article	Dudley, 2013 : <i>Long-term functional benefits of selective dorsal rhizotomy for spastic cerebral palsy</i>
Schéma d'étude	<i>Design</i> : Étude série de cas <i>Durée de suivi</i> : 1, 5, 10 et 15 ans
Population	<i>Pathologie</i> : Paralysie cérébrale spastique <i>Taille de l'échantillon</i> : 105 enfants de 3 à 10,5 ans avec une moyenne de 5 ans 97, 62, 57 et 14 enfants au suivi respectif à 1, 5, 10 et 15 ans 65 garçons et 40 filles <i>Critères d'inclusion</i> : <ul style="list-style-type: none"> - SDR entre l'année 1991 et 2001 - Consentement explicite des parents - Diagnostic de paralysie cérébrale établi avec une atteinte statique et un schéma périnatal typique - Apparition d'une ébauche de fonction motrice <i>Critères d'exclusion</i> : <ul style="list-style-type: none"> - Les patients atteints de dystonie, d'une hypotonie sous-jacente et d'antécédents orthopédiques lourds et multiples ont été exclus.
Intervention	Un seul niveau de laminoplastie neurophysiologiquement guidée. Sélection des radicelles allant de L1 à S2. Traitement en kinésithérapie : Prise en charge intensive pendant 6 semaines (6h par jour) puis 3h par semaine pendant 12 mois.
Critères de jugement principaux	Amélioration de l'état fonctionnel global, de la qualité de vie et le rétablissement des fonctions structurelles du corps.
Outils de mesure	GMFM, PEDI et Ashwort Scale.

Article n°3	
Identification de l'article	Elena Carraro, 2014 : Multidimensional outcome measure of selective dorsal rhizotomy in spastic cerebral palsy
Schéma d'étude	<i>Design</i> : Étude série de cas <i>Durée de suivi</i> : 1 an
Population	<i>Pathologie</i> : Paralysie cérébrale diplégique spastique <i>Taille de l'échantillon</i> : 9 enfants de 4 à 12 ans avec une moyenne de 7 ans et 9 mois (plus ou moins 3,2ans) 6 garçons et 3 filles <i>Critères d'inclusion</i> : <ul style="list-style-type: none"> - Diagnostic de paralysie cérébrale spastique - Patient avec un âge compris entre 4 et 12 ans - Absence de dystonie - Score supérieur à 3 sur l'échelle MRC (Medical Research Council Scale) concernant les muscles du membre inférieur - Modérée à bonne commande et sélectivité motrice - Capacité de marcher avec ou sans aide - Pas d'antécédents d'interventions orthopédiques - Absence de déformations articulaire - Bonne fonction cognitive - Motivation des patients - Bon support des parents <i>Critères d'exclusion</i> : Non mentionnés
Intervention	Un seul niveau de laminoplastie ou de laminectomie neurophysiologiquement guidée. Sélection des radicelles lombo-sacrées. Traitement en kinésithérapie : Phase intensive (2 sessions par jour) pendant 6 à 8 semaines et phase classique durant une année.
Critères de jugement principaux	Amélioration de l'état fonctionnel global et rétablissement des fonctions structurelles du corps
Outils de mesure	GMFM, WeeFIM, Modified Ashworth Scale, MRC, goniomètre manuel, SCALE, « breath by breath portable metabolimeter »

Article n°4	
Identification de l'article	Jennifer Summers, 2019 : <i>Selective dorsal rhizotomy in ambulant children with cerebral palsy : an observational cohort study</i>
Méthode	<p><i>Design</i> : Étude série de cas</p> <p><i>Durée de suivi</i> : 24 mois</p>
Participants	<p><i>Pathologie</i> :</p> <p>Paralysie cérébrale diplégique spastique</p> <p><i>Taille de l'échantillon</i> :</p> <p>137 enfants de 3 à 9 ans avec une moyenne de 6 ans (plus ou moins 1,8 ans) 83 garçons et 54 filles</p> <p><i>Critères d'inclusion</i> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Confirmation IRM de l'absence de dommages cérébraux portant sur la posture et la coordination - GMFCS de 2 ou de 3 - Absence de maladie génétique ou neurologique progressive - Faiblesse légère à modérée des membres inférieurs avec la capacité à maintenir une posture anti-gravitaire. - Pas de scoliose ou de possibles luxations de la hanche - S'assurer de la possibilité de gérer la prise en charge kinésithérapique post-opératoire - Aucune autre contre-indication médicale ou personnelle pertinente <p><i>Critères d'exclusion</i> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les troubles neurologiques progressifs et les atteintes avec une dystonie ont été exclus.
Intervention	<p>Un seul niveau de laminectomie ou de laminoplastie neurophysiologiquement guidée.</p> <p>Sélection des radicelles allant de L1 à S1.</p> <p>Traitement kinésithérapique avec contrôle de suivi entre le 4ème et le 6ème mois, à 12 mois puis à 24 mois.</p>
Critères de jugement principaux	Amélioration de l'état fonctionnel global et de la qualité de vie.
Outils de mesure	GMFM et CP-QoL

Annexe 7 : Étude Van Schie, 2011, effets indésirables et traitements additionnels après SDR

TABLE 3: Side effects, surgery, and additional treatment after SDR*

Case No.	Age at SDR (yrs, mos)	GMFCS Level	Spinal Deformities (yrs after SDR)	Type of Op (yrs after SDR)	Botulinum Toxin A Treatment (yrs after SDR)
1	9, 11	III	fusion of spinous processes at L2-5 (6)		none
2	5, 8	III	spondylolysis & listhesis L3-4 (8)	subtalar arthrodesis both feet & re-arthrodesis lt (5, 7)	5
3	8, 9	III	scoliosis (Cobb angle 21°) (5)		none
4	3, 8	III	none	subtalar arthrodesis & FDO (2) for hip subluxation (1)†	none
5	4, 1	III	none	DVIO (5) for hip subluxation (2) both hips	none
6	7, 3	II	none	subtalar arthrodesis (3) & hip op for progressive dysplasia (6)	4
7	4, 11	III	none	subtalar arthrodesis & TEO (5)	7
8	5, 2	III	none	subtalar arthrodesis & TEO (3, 5)	1, 3
9	2, 9	II	none	subtalar arthrodesis & GM (5)	2, 5
10	6, 5	III	none	subtalar arthrodesis (3)	none
11	5, 2	III	none	subtalar arthrodesis (4)	1, 3, 4
12	5, 0	III	none	subtalar arthrodesis & GM (5)	1, 4
13	6, 0	III	none	none	1
14	10, 11	II	none	none	1, 2
15	8, 1	III	none	none	3
16	5, 7	III	none	none	5
17	6, 11	III	none	none	7
18	5, 9	II	none	none	4, 8

* DVIO = derotational varus intertrochanteric (femur) osteotomy; FDO = femur derotational osteotomy; GM = gastrocnemius myototomy; TEO = tibia endorotational osteotomy.

† Preoperative radiographs showed a subluxation.

Annexe 8 : Étude Dudley 2013, Graphiques illustrant les résultats des différents outils de mesure

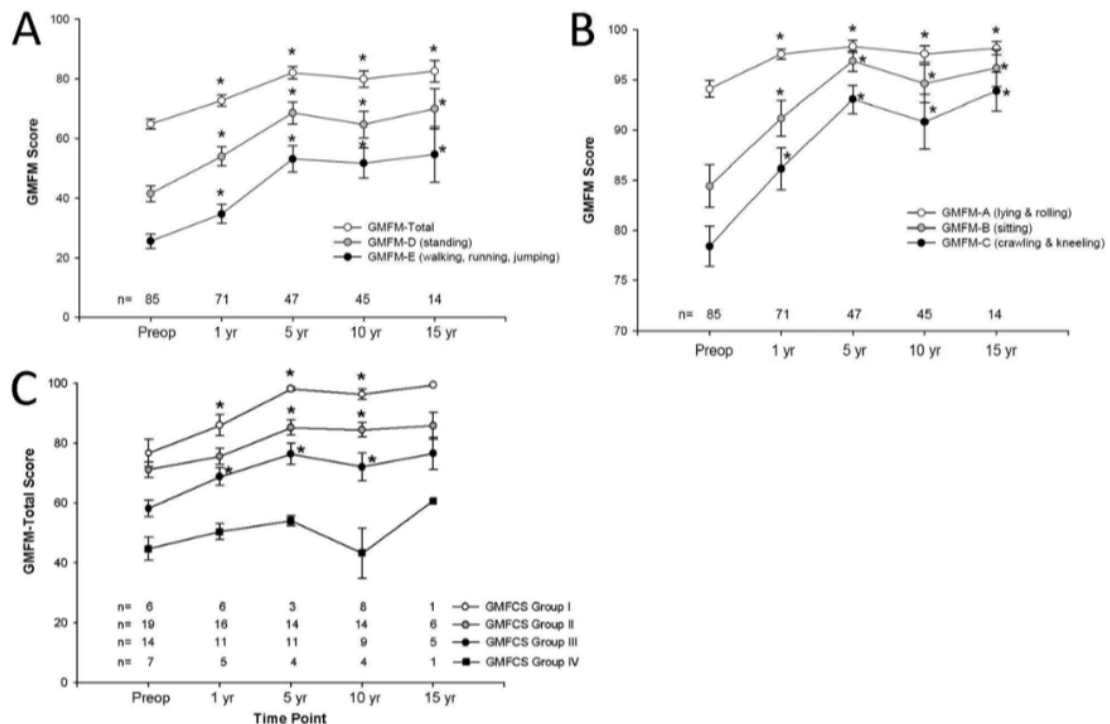


FIG. 2. Line graphs of long-term outcomes after SDR for GMFM comparing preoperative values to 1-, 5-, 10-, and 15-year follow-up values. **A:** Total GMFM scores, as well as GMFM Dimension D (standing) and Dimension E (walking, running, jumping), which are directly related to lower-limb function. **B:** GMFM Dimensions A (lying and rolling), B (sitting), and C (crawling and kneeling), which involve upper-limb function as well. **C:** Total GMFM scores stratified according to CP severity by GMFCS groups. The number of observations in each group ($n =$) is displayed along the bottom of each graph. * $p < 0.05$ for means at each time point compared with preoperative means.

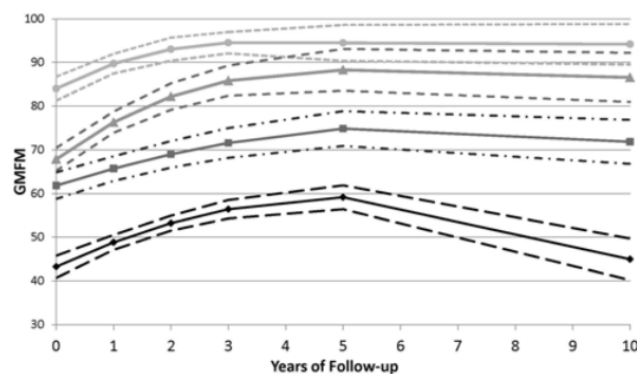


FIG. 4. Line graph of GBTM reveals 4 patient groups with statistically significant differences in GMFM outcomes following SDR. Based on these trajectories, from top to bottom, these groups were labeled the “best” responding group, the “high-moderate” responding group, the “low-moderate” responding group, and the “poorest” responding group, respectively. Mean posterior probabilities of group assignment were high, ranging from 0.93 to 0.99, supporting excellent fit of the model.

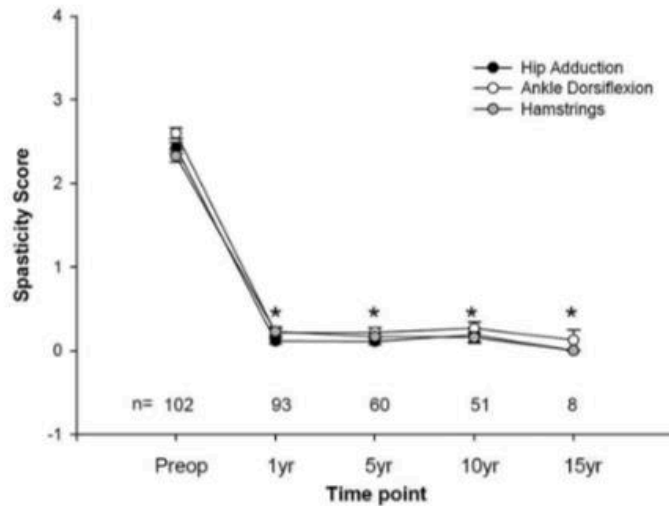


FIG. 1. Line graph of long-term outcomes after SDR for spasticity of hip adductors, hamstrings, and ankle plantar flexors as measured by the modified Ashworth score comparing preoperative values to 1-, 5-, 10-, and 15-year follow-up values. The number of observations (n =) is displayed along the bottom of the graph. * p < 0.05 for means at each time point compared with preoperative means.

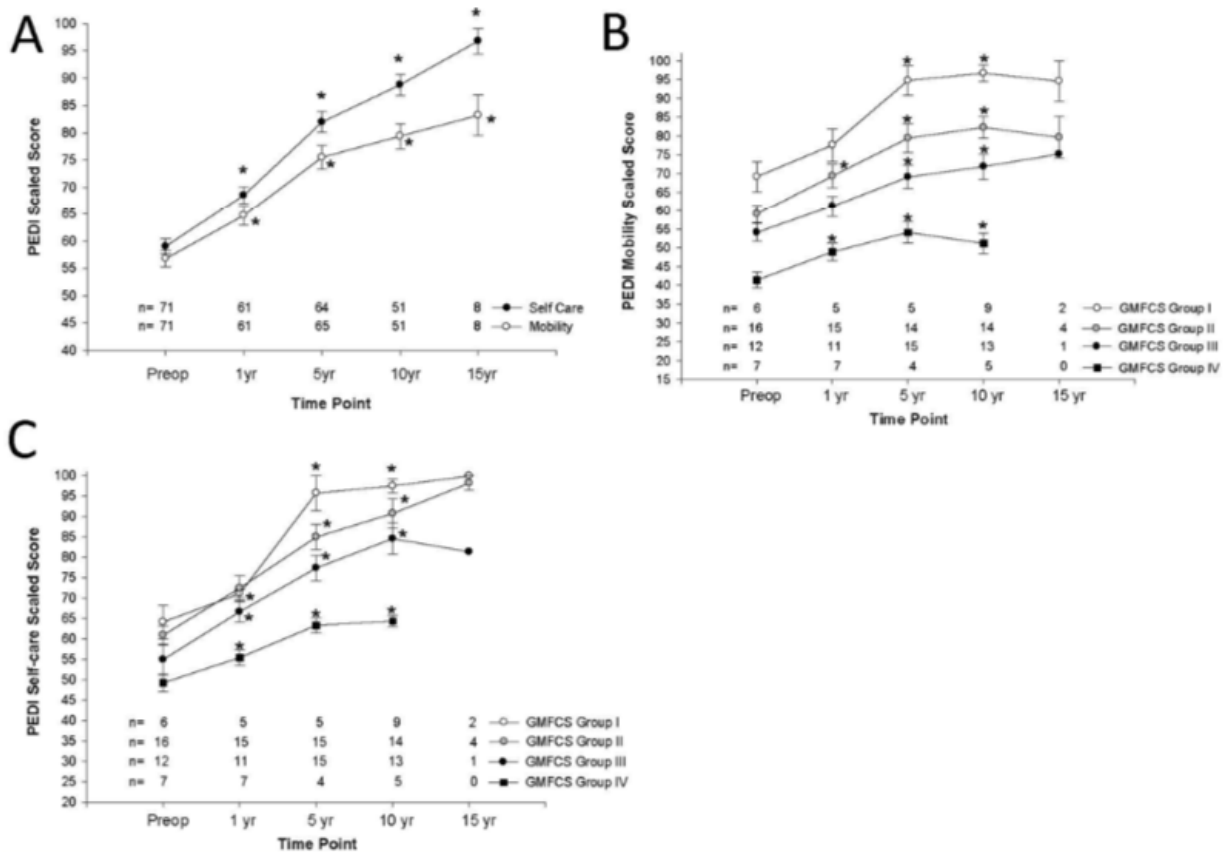


FIG. 3. Line graphs showing long-term outcomes after SDR according to PEDI scores, comparing preoperative values to 1-, 5-, 10-, and 15-year follow-up values. **A:** Scaled scores for PEDI self-care and mobility for all patients. **B:** Scaled scores for PEDI mobility stratified according to CP severity by GMFCS groups. **C:** Scaled scores for PEDI self-care stratified according to CP severity by GMFCS groups. The number of observations in each group (n =) is displayed along the bottom of each graph. * p < 0.05 for means at each time point compared with preoperative means.

Annexe 9 : Étude Summers 2019, effets indésirables après SDR

	Adverse event			Concomitant medication	Outcome	Additional information
	Type	Intensity or severity	Related to SDR			
Patient 1						
Unknown	Uncovered dystonia	Mild	Unknown	Yes	Not resolved	Uncovered by SDR surgery
Patient 2						
400 days	Persisting dysaesthesia of feet and legs	Mild	Definitely	No	Resolved	Required hamstring lengthening 24 months after SDR
Patient 3						
30 days	Wound infection	Mild	Definitely	No	Resolved	--
Patient 4						
191 days	Persisting dysaesthesia of feet and legs	Mild	Definitely	No	Resolved	Treated with dabapentin
Patient 5						
2 days	Diarrhoea and vomiting	Mild	Unlikely	No	Resolved	Patient isolated and recovered quickly
Patient 6						
1 day	Constipation	Mild	Unlikely	No	Resolved with laxative	Related to pain medication
Patient 7						
22 days	Wound infection	Mild	Possible or likely	Yes	Resolved	Resolved with antibiotic treatment
Patient 8						
Unknown	Persisting dysaesthesia of feet and legs	Mild	Possible or likely	No	Not resolved	Hypersensitivity in right foot
Patient 9						
Unknown	Back pain	Mild	Possible or likely	Unknown	Resolved	--
Patient 10						
6 days	Wound infection	Mild	Definitely	No	Resolved	--
Patient 11						
55 days	Urgency	Mild	Unknown	No	Resolved	--
Patient 12						
28 days	Wound infection	Mild	Definitely	No	Resolved	--
Patient 13						
64 days	New weakness	Mild	Definitely	No	Resolved	--
Patient 14						
1 day	Urinary retention after removal of indwelling urinary catheter	Moderate	Definitely	No	Resolved	Also had previously implanted intrathecal baclofen pump removed at SDR surgery while tube remained in situ; catheter reinserted later
34 days	Persisting dysaesthesia of feet and legs	Mild	Definitely	No	Resolved	--
60 days	Swelling reported under wound site after discharge	Mild	Definitely	No	Resolved	Intrathecal baclofen pump removed at surgery
Patient 15						
Unknown	Granulation of wound	Mild	Definitely	Unknown	Resolved	--

Durations of adverse events are shown. SDR=selective dorsal rhizotomy.

Table 3: Adverse events

Annexe 10 : Analyse d'une revue de synthèse selon l'échelle de l'ANAES

GRILLE DE LECTURE DES REVUES DE SYNTHÈSE

Titre et auteur de l'article: _____

Rev/Année/Vol/Pages _____

Thème de l'article :

	Totalement	Partiellement	Pas du tout
1. Les objectifs de la revue de synthèse sont clairement exposés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Méthodologie			
2.1. <i>Procédures de sélection</i>			
• L'auteur décrit ses sources de données	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Les critères de sélection des études sont pertinents	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Les critères d'inclusion et d'exclusion des articles sont décrits	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Les études non publiées sont prises en compte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2. <i>Méthode d'analyse</i>			
• Les modalités de la lecture critique sont précisées (lecteurs, grille de lecture...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• L'auteur présente la méthode utilisée pour réaliser la synthèse des résultats	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Résultats			
• L'auteur décrit les résultats	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• L'auteur commente la validité des études choisies	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Ses conclusions s'appuient sur des données fiables dont les sources sont citées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Applicabilité clinique			
• La revue de synthèse permet de répondre en pratique à la question posée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Commentaires :

Résumé

Introduction : La paralysie cérébrale est une pathologie vaste entraînant divers tableaux cliniques pouvant varier d'une atteinte légère à sévère. Elle engendre un déficit moteur ainsi que des troubles associés variés. Les options thérapeutiques de cette pathologie sont nombreuses et ont pour objectif d'améliorer le quotidien des patients handicapés. La rhizotomie dorsale sélective fait partie de cet arsenal thérapeutique. Cette intervention neurochirurgicale repose sur la section des radicelles sensibles postérieures pour diminuer fortement la spasticité présente sur les membres inférieurs.

Objectif : Déterminer l'efficacité de la rhizotomie dorsale sélective dans l'amélioration de l'état fonctionnel des enfants paralysés cérébraux

Méthodes de recherche : De nombreuses bases de données ont été investiguées afin d'obtenir la littérature nécessaire à la rédaction de la revue. L'inclusion des études dans celle-ci reposait sur certains critères d'éligibilité. La population étudiée doit être composée d'enfants de 3 à 18 ans avec un diagnostic de paralysie cérébrale spastique et une classification *GMFCS* (*Gross Motor Function Classification System*) comprise entre 1 et 4. Les enfants doivent également avoir un niveau cognitif suffisant pour comprendre des consignes simples et un bon soutien provenant de l'entourage. La rhizotomie dorsale sélective doit s'effectuer selon le modèle de *Peacock* avec une laminoplastie ou une laminectomie sur un ou plusieurs niveaux et un guidage électro-physiologique peropératoire. Enfin, l'amélioration de l'état fonctionnel global doit être le critère de jugement principal et sera évaluée par l'outil de mesure *GMFM* (*Gross Motor Function Measure*). Ce travail a ainsi abouti à un total de 4 articles en série de cas impliquant 284 patients.

Résultats et analyses : L'analyse des résultats obtenus a été réalisée de façon qualitative et quantitative. Il est démontré que la rhizotomie dorsale sélective améliore l'état fonctionnel global des enfants paralysés cérébraux de façon significative dans trois des quatre études incluses. Par ailleurs, des critères de jugement secondaires ont pu étayer les constats effectués en montrant significativement une amélioration de certains domaines de la qualité de vie, une augmentation de la force musculaire ainsi qu'une réduction voire une disparition complète de la spasticité des membres inférieurs, une meilleure sélectivité de la commande motrice ainsi que des paramètres de la déambulation améliorés avec une dépense énergétique moindre.

Discussion : Certaines limites importantes sont à mettre en évidence. Le choix des études en "série de cas" entraîne le biais majeur de ne pas avoir un groupe contrôle ne recevant pas le traitement. Cela ne permet pas de comparer les résultats obtenus et ainsi diminue la qualité de preuves de la revue. Par ailleurs, l'absence de détails sur le suivi kinésithérapique ainsi que la variance entre les évaluations post-opératoires représentent également des limites majeures.

Mots clés : paralysie cérébrale, enfant, rhizotomie dorsale sélective.

Abstract

Introduction: Cerebral palsy is a vast pathology resulting in various clinical pictures that can vary from mild to severe impairment. It causes a motor deficit as well as various associated disorders. The therapeutic options for this pathology are numerous and aim to improve the daily lives of disabled patients. Selective dorsal rhizotomy is part of this therapeutic arsenal. This neurosurgical intervention is based on the section of the posterior sensory rootlets to greatly reduce the spasticity present on the lower limbs.

Objective: To determine if selective dorsal rhizotomy positively impacts the improvement of the overall functional state of children with cerebral palsy.

Research methods: Many databases were investigated to obtain the necessary literature to write the review. The inclusion of studies in this one was based on certain eligibility criteria. The study population must be made up of children aged 3 to 18 with a diagnosis of spastic cerebral palsy and a *GMFCS* (*Gross Motor Function Classification System*) between 1 and 4. Children must also have a sufficient cognitive level to understand simple instructions and good support from their relatives. Selective dorsal rhizotomy should be performed according to the *Peacock* model with laminoplasty or laminectomy on one or more levels and intraoperative electrophysiological guidance. Finally, the improvement in the overall functional state must be the main judgment criterion and will be evaluated by the *GMFM* measurement tool. This work thus resulted in a total of 4 case series articles involving 284 patients.

Results and analyses: The analysis of the results obtained was carried out qualitatively and quantitatively. Selective dorsal rhizotomy has been shown to significantly improve the global functional status of children with cerebral palsy in three of the four included studies. In addition, secondary judgment criteria were able to support the findings by showing a significant improvement in certain areas of quality of life, an increase in muscle strength as well as a reduction or even complete disappearance of spasticity in the lower limbs, better selectivity of motor control as well as improved ambulation parameters with less energy expenditure.

Discussion: Some important limitations should be highlighted. The choice of "series of cases" leads to the major bias of not having a control group not receiving the treatment. This does not allow the results obtained to be compared and thus reduces the quality of evidence of the review. Furthermore, the absence of details on the physiotherapy follow-up as well as the variance between the post-operative evaluations also represent major limitations.

Keywords: cerebral palsy, child, selective dorsal rhizotomy.