

Article original

Étude comparative de l'effet de l'abobotulinumtoxin A et de la rééducation dans le traitement du pied équin spastique de l'enfant paralysé cérébral marchant

Comparative study of the effect of abobotulinumtoxin A and rehabilitation in the treatment of spastic equine foot of the cerebral palsy child walking

Bakhta CHARANE¹, Kheira Fatiha LAHOUEL¹, Karima CHENNI², Linda LOUAZANI¹, Khaled LAYADI¹

¹Centre Hospitalo-universitaire d'Oran

²Laboratoire de biostatistique - Faculté de Médecine d'Oran

Auteur correspondant: charaneb@yahoo.fr

Article reçu le 15/11/2018 Accepté le 20/02/2019

MOTS CLÉS

Spasticité, équin, paralysie cérébrale, marche de l'enfant, toxine botulique A, rééducation

Résumé

Introduction - La forme spastique de la paralysie cérébrale (PC) est très fréquente, représentant plus de 80% des cas de PC. La spasticité entraîne des contractures musculaires et des déformations osseuses responsables de limitations d'activité et de restriction de participation chez des enfants en pleine croissance. L'atteinte du pied et de la cheville est fréquente chez les patients atteints d'une PC, les muscles le plus souvent trop actifs étant les gastrocnémiens et le soléus, le tibial postérieur et le tibial antérieur. Le traitement de la spasticité des membres inférieurs, lorsqu'elle est gênante, repose essentiellement sur les injections intramusculaires de la toxine botulique A et la rééducation.

Les objectifs de notre étude étaient de comparer l'évolution thérapeutique de la spasticité du pied équin chez les enfants PC marchants au cours des contrôles (à un mois, à trois mois et à six mois) par rapport à l'évaluation initiale faite avant le traitement, dans les groupes traités respectivement, par la toxine botulique A, la rééducation et l'association de ces deux thérapeutiques et de comparer les résultats de l'évolution thérapeutique dans les trois groupes sur la marche.

Patients et méthodes - Il s'agit d'une étude descriptive randomisée comparative dans trois groupes thérapeutiques, groupe randomisé pour des injections de toxine botulique «A» associée à la rééducation (G1), groupe de toxine botulique «A» (TBA) seule (G2), groupe de rééducation seule (G3). Cette étude a concerné 122 membres inférieurs de 72 enfants atteints d'une PC spastique (24 enfants par groupe), classés selon le système de classification de la fonction motrice globale GMFCS (I à III) et âgés de 2 à 16 ans. L'évaluation était faite avant le traitement et au cours des contrôles (à un, trois et six mois), par l'échelle de Tardieu modifiée (MTS) pour les

amplitudes passives et la spasticité de la cheville, le « Physicians Rating Scale » ou PRS pour la marche. L'évaluation de la marche était faite avant le traitement, à un et à six mois du traitement. Les patients éligibles ont reçu 10 à 15U/kg de poids d'abobotulinumtoxin A (DysportR 500) pour les injections unilatérales et 20 à 30 U/kg pour les injections bilatérales après une dilution du produit dans 2,5 ml de sérum salé 9%. Le repérage était fait par électrostimulation avec une intensité minimale efficace. Cette étude a été réalisée dans le service de MPR du CHU d'Oran durant la période de janvier 2016 à juin 2017.

Résultats - Dans les groupes d'intervention, l'association de la TBA et de la rééducation a donné au niveau de la cheville une amélioration statistiquement significative de la moyenne de l'angle de la flexion dorsale passive de la cheville genou fléchi ($p=0,04$) et genou tendu ($p=0,003$) au premier mois. Cette amélioration se maintient au troisième et au sixième mois. La diminution de la moyenne de l'angle d'apparition de la spasticité genou fléchi et genou tendu était statistiquement significative au premier mois ($p=0,03$, $p\leq 10^{-3}$) et au troisième mois. La moyenne du tonus des soléus et des gastrocnémiens a diminué d'une façon statistiquement significative au cours des trois contrôles. Dans le G2, l'amélioration de la moyenne de l'angle de la flexion dorsale, genou fléchi et genou tendu, survient au troisième mois ($p=0,05$, $p=0,003$). L'amélioration de la moyenne de l'angle d'apparition de la spasticité et du tonus était statistiquement significative au premier et au troisième mois. Dans le G3 l'amélioration de la moyenne de tous ces paramètres était statistiquement non significative.

Conclusion - La rééducation associée aux injections de toxine botulique «A» donne de meilleurs résultats sur les amplitudes articulaires, le tonus musculaire et la qualité de la marche chez les enfants PC spastiques marchants. Ces résultats se maintiennent jusqu'au sixième mois.

KEY WORDS

spasticity, equinus, cerebral palsy, walking child, abobotulinumtoxin A, rehabilitation

Abstract

Ankle spasticity in the cerebral palsy walking child: comparative study botulinum toxin A versus rehabilitation. The spastic form of cerebral palsy (PC) is very common, accounting for more than 80% of PC cases. Spasticity leads to muscle contractures and bone deformities accountable for activity and participation limitations in growing children. The treatment of ankle spasticity relies mainly on intramuscular injections of botulinum toxin A and rehabilitation.

Aim - The purpose of this paper was to access the efficacy and the limits of bot toxinA in comparing the therapeutic evolution of the ankle spasticity during three controls (at one month, three months and six months) in the groups treated respectively by botulinum toxin A alone, rehabilitation alone and the combination of these two therapies, and to compare the outcomes of therapeutic evolution in the three groups on gait.

Patients and methods - A comparative randomized descriptive study in three therapeutic groups (botulinum toxin group «A» associated with rehabilitation (G1), botulinum toxin group «A» (TBA) alone (G2), rehabilitation group alone (G3) during the controls and involving 122 lower limbs of 72 children (24 children per group) with spastic CP, classified GMFCS (I to III) and aged from 2 to 16 years. The clinical

evaluation was done by the Modified Tardieu scale (MTS) for passive amplitudes and spasticity, PRS (Physicians Rating Scale) for walking. This study was carried out in the physical and rehabilitation medicine PRM department of Oran's hospital and university center during the period of January 2016 to June 2017. The Tardieu Scale measures spasticity using 2 parameters: the spasticity angle X is the difference between the angles of arrest at slow speed and of catch-and-release or clonus at fast speed, whereas the spasticity grade Y is an ordinal variable that grades the intensity and thus measures the gain of the muscle reaction to fast stretch.

Results - In the intervention groups, the combination of TBA and rehabilitation gave a statistically significant improvement in the ankle of the mean angle of passive dorsiflexion of the flexed knee ankle ($p = 0.04$) and tense knee ($p = 0.003$) in the first month. This improvement continues in the third and sixth months. The decrease in the mean angle of onset of flexed knee and tense knee spasticity was statistically significant in the first month ($p = 0.03$, $p \leq 10^{-3}$) and in the third month. Mean soleus and gastrocnemius tone decreased statistically significantly in all three controls. In G2, the improvement of the average angle of the dorsal flexion, flexed knee and stretched knee, occurs in the third month ($p = 0.05$, $p = 0.003$). The improvement in the average angle of onset of spasticity and tone was statistically significant in the first and third months. In the G3 improvement of the mean of all these parameters was statistically insignificant.

Conclusion - Rehabilitation associated with abobotulinumtoxin «A» injections gives better results on joint amplitudes, muscle tone and walking quality in children walking spastic CP. These results are maintained until the sixth month.

Introduction

La paralysie cérébrale est la cause la plus fréquente des handicaps moteurs de l'enfant [1]. La prévalence de la PC dans les pays européens est stable depuis 40 ans. Elle est de 1,77 % naissances vivantes [2]. En Afrique, elle se situe entre 3,8 et 10 % naissances vivantes [3]. La forme spastique est la plus fréquente et représente 85 % des cas (55 % bilatérales et 30 % unilatérales) [4].

Les anomalies primaires telles que la parésie, la spasticité et la perte de la sélectivité du mouvement sont les conséquences directes de la lésion cérébrale. Elles se traduisent par un déséquilibre musculaire entre agonistes et antagonistes, avec des muscles parétiques et d'autres trop actifs ou spastiques. Ces derniers sont placés en position raccourcie permanente, entraînant des anomalies secondaires représentées par des rétractions musculaires et des déformations ostéoarticulaires. Les anomalies tertiaires sont des mécanismes d'adaptation visant à compenser les anomalies secondaires pour permettre la marche et la rendre plus efficace [5].

L'atteinte du pied et de la cheville est fréquente chez les patients atteints d'une PC, atteignant 93% [6]. Cette atteinte est rarement isolée au pied et une approche globale de l'enfant est indispensable.

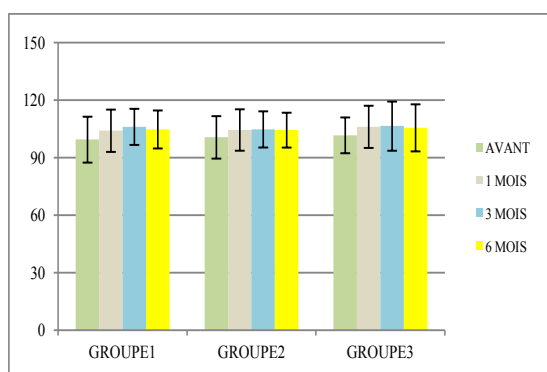
Chez l'enfant avec potentiel de marche et chez les enfants marchants, l'atteinte du pied peut rendre difficile la station debout et l'acquisition de la marche en affectant la stabilité et le positionnement du pied lors de la phase d'appui et le passage du pas lors de la phase oscillante. A ce niveau, les muscles dominants sont habituellement le triceps sural (gastrocnémiens et soléaire) responsables de l'équin, le tibial postérieur et/ou le tibial antérieur responsables d'un varus ou d'une supination de l'avant-pied, les fibulaires responsables d'une abduction de l'avant pied [7].

La toxine botulique A (TBA), par son action de neurotomie chimique réversible, locale et transitoire, représente aujourd'hui le traitement le plus utilisé de la spasticité plurifocale chez l'enfant atteint de paralysie cérébrale et ce dès le plus jeune âge (deux ans).

Plusieurs études cliniques ont été consacrées à la spasticité du membre inférieur de l'enfant atteint de paralysie cérébrale, en particulier à celle concernant le pied de cet enfant. Il existe cinq principaux types d'études: Toxine versus placebo, toxine versus plâtres successifs, étude de doses de toxine botulique sur la spasticité, résultats d'études en ouvert et résultats d'études multicentriques de l'effet de la toxine botulique [8]. D'autres études plus récentes ont porté sur les effets de la toxine botulique à long terme. Tedroff et al. [9] ont noté que dans une population de patients pédiatriques avec paralysie cérébrale, le traitement par toxine botulique A était capable de diminuer la spasticité d'une façon significative sur tous les groupes musculaires injectés au niveau du membre inférieur. Par contre, le gain d'amplitude articulaire était faible et de courte durée. Selon ces auteurs, le traitement par la toxine botulique ne suffisait pas à empêcher l'apparition de rétractions. Ces rétractions seraient la conséquence de l'association de la spasticité à d'autres phénomènes liés aux modifications des propriétés viscoélastiques des muscles spastiques. La revue systématique Cochrane, analysant la preuve de l'efficacité de la toxine botulique A dans le traitement de la spasticité aux membres inférieurs de l'enfant atteint de paralysie cérébrale, n'a pas retrouvé de preuves pour appuyer ou réfuter l'efficacité de la toxine botulique A dans l'amélioration de la fonction. Par ailleurs, différents auteurs s'interrogent sur l'efficacité de la TBA par rapport à d'autres interventions [10].

Dans notre pratique quotidienne, nous sommes confrontés à de nombreuses personnes en demande de soins, présentant une spasticité, en particulier à des enfants atteints de paralysie cérébrale classés GMFCS de I à V (Gross Motor Function Classification Scale), classification fonctionnelle de cinq niveaux; les enfants de niveaux I et II marchent sans aides techniques, les enfants de niveaux III et IV marchent avec une assistance technique (cannes, déambulateurs, fauteuil roulant) sur de longues ou de courtes distances et les enfants de niveau V ne peuvent pas marcher).

Figure1. GMFCS (Gross Motor Function Classification Scale)^[11]



La spasticité engendre des complications osseuses et musculo-ligamentaires, et ce d'autant qu'il s'agit d'enfants en pleine croissance, augmentant ainsi le coût de la prise en charge (non évalué en Algérie). Ce coût est également probablement indirectement majoré par la qualité et la quantité de soins délivrés aux enfants paralysés cérébraux en Algérie du fait de l'errance thérapeutique de ces patients (il n'existe actuellement pas de véritables structures de soins dédiées à cette pathologie majoritairement très handicapante). A notre connaissance, il n'existe pas actuellement en Algérie d'étude indexée traitant de l'enfant atteint de paralysie cérébrale et notamment de la spasticité et de ses répercussions sur l'état orthopédique du pied équin spastique et sur la marche.

Patients et méthodes

Il s'agit d'une étude descriptive prospective randomisée comparative dans trois groupes thérapeutiques [groupe un : enfants traités par injections de toxine botulique A associées à la rééducation (N=24), groupe deux : enfants traités par toxine seule (N=24), groupe trois : enfants traités par rééducation seule (N=24)]. Des évaluations ont été réalisées avant le traitement, puis des contrôles ont été effectués respectivement à un mois, à trois mois et à six mois du traitement).

Critères d'inclusion

- Enfants atteints d'une paralysie cérébrale spastique.
- Age entre 2-16ans,
- enfants marchant ou déambulant classés GMFCS de I à III,
- Enfant atteints d'une spasticité gênante à la marche et menaçant l'état orthopédique des membres inférieurs,
- Enfants ayant des parents motivés pour participer au protocole.

Critères de non inclusion

- Enfants avec des difficultés intellectuelles ou comportementales limitant leur capacité à participer aux protocoles d'évaluation ou de traitement.
- Enfants atteints de paralysie cérébrale spastique présentant des déformations orthopédiques fixées.

Critères de jugement

1. Evaluation de la spasticité par l'échelle de Tardieu modifiée (MTS) qui est une version abrégée de l'échelle de Tardieu. Elle est validée, fiable et sensible [12, 13]. Cette échelle utilise les parties les plus utiles cliniquement dans l'échelle de Tardieu à savoir :

1. l'angle de la spasticité à vitesse d'étirement rapide (V3) mesuré par goniométrie.
2. l'angle de la spasticité à vitesse d'étirement lente V1 (angle articulaire lorsque la longueur du muscle est à son maximum d'étirement passif mesuré par goniométrie).

Cette échelle permet de différencier de façon fiable la spasticité des muscles, des contractures et des autres causes d'hypertonie.

La vitesse d'exécution de l'étirement (vitesse d'étirement lors de la mobilisation passive) est choisie pour un muscle donné. Elle sera conservée pour l'ensemble des muscles testés.

V1 : étirement aussi lentement que possible (vitesse inférieure à celle de la chute d'un segment de membre suivant la gravité).

V2 : vitesse équivalent à celle de la chute d'un segment de membre suivant la gravité.

V3 : vitesse aussi rapide que possible (vitesse supérieure à celle de la chute d'un segment de membre suivant la gravité). Pour chaque groupe musculaire, l'examineur choisit pour vitesse rapide soit V2 soit V3 et conserve ce choix lors des examens suivants.

La notation comporte deux paramètres (X et Y (X où X est la réaction musculaire sélective à l'étirement et Y l'angle articulaire noté lors de la réaction musculaire) :

a) (X), type de réaction

0 : Pas de résistance tout le long du mouvement passif.

1 : Faible résistance pendant le mouvement passif sans arrêt net à un angle précis.

2 : Arrêt net interrompant le mouvement passif à un angle précis, suivi par un relâchement.

3 : Clonus épuisable (durée de moins de 10 secondes lorsque l'on maintient l'étirement) survenant à un angle précis.

4 : Clonus inépuisable (durée de plus de 10 secondes lorsque l'on maintient l'étirement), survenant à un angle précis.

5 : Articulation fixée.

b) (Y), Angle articulaire noté lors de la réaction musculaire: L'angle est mesuré à partir de la position zéro qui correspond à l'état d'étirement minimal du groupe musculaire étudié. L'angle obtenu en utilisant V1 mesure l'amplitude du mouvement passif.

La différence entre l'amplitude du mouvement passif et l'angle obtenu en utilisant V2 ou V3 mesure la spasticité.

2. Le PRS (Physicians Rating Scale) est une échelle qualitative, ordinale et observationnelle avec une bonne reproductibilité et une excellente fiabilité intra-évaluateur mais sa fiabilité inter-évaluateur est limitée [14]. Cette échelle était combinée à l'analyse vidéographique de la marche (AVM).

Basé sur l'observation clinique et vidéographique, le score chiffré est constitué de 8 items dont 6 décrivent des moments clés du déroulement de la marche avec un score par fait de (22) points.

L'évaluation de la marche était faite avant le traitement, à un mois et à six mois du traitement.

Protocole des traitements

1. Les injections de toxine botulique A

Quarante-huit (48) patients (du groupe un et du groupe deux) ont reçu des injections de toxine botulique «A».

Le repérage était fait par électrostimulation avec une intensité minimale efficace des muscles spastiques. L'électrostimulateur était de type CEFAR TempoR, avec des électrodes aiguilles concentriques.

Les patients éligibles ont reçu 10 à 15 U/kg de poids d'abobotulinumtoxin A (DysportR 500, seul disponible en Algérie actuellement) pour les injections unilatérales et 20 à 30 U/kg pour les injections bilatérales après une dilution du produit dans 2,5 ml de sérum salé 9%. Pour chaque muscle, la dose injectée l'était en un point unique. Les muscles injectés au niveau de la cheville étaient les gastrocnémiens, les soléaires et le tibial postérieur. La dose injectée au niveau de chaque muscle gastrocnémien était de 80 US et la dose de 50 US était injectée au niveau de chaque soléaire ainsi qu'au niveau de chaque tibial postérieur. Des injections multiples ont été pratiquées au niveau des muscles spastiques des genoux et des hanches.

Un consentement éclairé était signé par les parents. Ces derniers étaient informés sur la possibilité d'effets indésirables de l'abobotulinumtoxin «A».

Nous avons présenté notre travail au comité d'éthique du CHU Oran (le lieu de déroulement de l'étude) qui a approuvé et validé nos démarches.

2. La rééducation

La rééducation était basée sur les recommandations d'experts [15].

Le groupe 2 et le groupe 3 ont reçu de la rééducation.

Trois séances par semaine de rééducation, basée sur des mobilisations des articulations concernées par la spasticité du membre inférieur (avec un minimum de cinq répétitions), suivies d'étirements des muscles spastiques et de postures dans une position d'allongement musculaire puis d'un renforcement concentrique des muscles antagonistes en utilisant le poids des segments du corps et la résistance manuelle du kinésithérapeute (trois séries de dix répétitions) associées à un entraînement moteur ciblé sur l'équilibre debout et la marche [16, 17, 18].

La séance est associée à une éducation thérapeutique de l'enfant et de ses parents pour éviter les mauvaises postures ainsi qu'un enseignement de mobilisations, d'étirements, de postures et de renforcement qui se feront à domicile à raison de 2 fois 30 mn/ jour.

Analyse statistique

Les variables qualitatives ont été exprimées en pourcentage

Les variables Quantitatives ont été exprimées par la moyenne l'écart-type, le maximum et minimum et la médiane.

Les tests statistiques utilisés sont : le test de Ki-deux, le test de Student et Anova

Le seuil de signification était $\alpha=5\%$

La moyenne, l'écart-type et le pourcentage étaient identifiés pour les statistiques descriptives.

La saisie et l'analyse des données ont été faites sur le logiciel EPI INFO 2000 version 3.5.3 et le logiciel SPSS (SPSSstatistics20), STATA version 12 SE (TX77845 USA).

Résultats

Au cours de la période d'étude, nous avons colligé 122 membres inférieurs de 72 enfants atteints de paralysie cérébrale spastique répondant à nos critères. Notre population se répartit de la même façon par sexe avec un sex ratio H/F= 0,95 (51,4 filles et 48,6 garçons).

L'âge moyen des patients était de $7,56 \pm 3,47$ ans avec des extrêmes allant de 3 à 15 ans (tableau 1).

Le poids des enfants à l'admission dans le groupe de toxine associé à la rééducation (groupe 1) et celui de la toxine seule (groupe2) était en moyenne de $20,81 \pm 9,52$ kg avec des extrêmes entre 10 et 70 kg et une médiane de 19 kg (à noter un cas d'enfant obèse avec un poids de 70 kg).

La dose de toxine botulinique «A» injectée était en moyenne de $355,83 \pm 105,22$ US avec des extrêmes entre 160 US et 600 US et une médiane de 340 US en multisites. Les muscles injectés seuls ou en association avec les autres muscles spastiques des membres inférieurs tels que les ischiojambiers internes, les adducteurs, étaient les gastrocnémiens dans 44,26% (54 cas), les soléus dans 29,5% (36 cas) et le tibial postérieur dans 7,37% (9 cas).

1. Répartition selon la classification fonctionnelle GMF-CS

Les enfants classés GMFCS III représentaient 45,8% des cas dans la population globale (tableau 2).

2. Répartition selon la forme topographique de la paralysie cérébrale Les formes topographiques sont réparties en atteintes unilatérales et bilatérales. Les formes unilatérales étaient présentes dans 30,6% des cas versus 69,4% de formes bilatérales (tableau 3).

Tableau 1. Les moyennes d'âges dans les groupes d'intervention

Groupes d'intervention	Age /ans (Moy ± ET)	P
Groupe 1 Rééducation + TBA	7,87±3,49	P= 0.55 NS
Groupe 2 TBA seule	7,88±3,53	
Groupe 3 Rééducation seule	6,92±3,45	

Tableau 2. Répartition des enfants PC selon la classification GMF-CS dans la population générale et dans les groupes d'intervention

GMF-CS	global	Groupe1	Groupe2	Groupe3
-	Effectifs (%)	Effectifs (%)	Effectifs (%)	Effectifs (%)
GMF-CS I	29 (40,3)	9 (37,5)	9 (37,5)	11(45,8)
GMF-CS II	10(13,9)	2 (8,3)	4 (16,7)	4 (16,7)
GMF-CS III	33(45,8)	13 (54,2)	11(45,8)	9 (37,5)
Total	72(100)	24(100)	24(100)	24 (100)

Tableau 3. Formes topographiques de la paralysie cérébrale

Formes topographiques	Effectifs (%)	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Hémiplégiques	22 (30,6)	6 (25,0)	7 (29,2)	9 (37,5)
Diplégiques	30(41,7)	9 (37,5)	11 (45,8)	10 (41,7)
Triplégiques	11(15,3)	4 (16,7)	3 (12,5)	4 (16,7)
Tétraplégiques	9 (12,5)	5 (20,8)	3(12,5)	1 (4,2)
Total	72(100)	24 (100)	24 (100)	24 (100)

3. Comparaison dans les groupes d'intervention de l'effet des traitements sur la spasticité de la cheville

3.1 Flexion dorsale de la cheville genou fléchi à vitesse lente (FDGFV1)

Chez les 58 cas d'atteinte du soléaire, nous avons comparé l'effet des différents traitements sur les amplitudes articulaires passives de la flexion dorsale de la cheville genou

fléchi, par rapport aux amplitudes de celle-ci à l'admission et au cours des trois contrôles, pour évaluer l'extensibilité des muscles soléus après traitements.

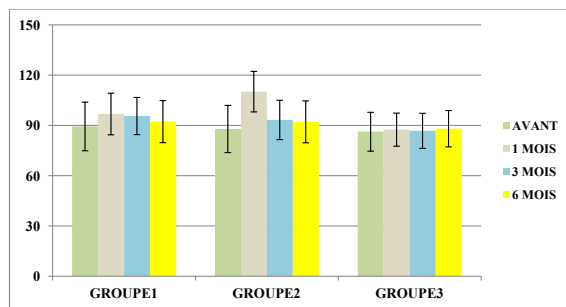
La comparaison des moyennes des angles de la FDGF à vitesse lente au cours des contrôles par rapport aux moyennes des angles avant le traitement a montré une amélioration dans tous les groupes (voir figure n°1). Cette amélioration diffère selon le type d'intervention. Dans le groupe un, les injections de toxine botulinique «A» associées à la rééducation donnent une amélioration de l'angle de la flexion dorsale de la cheville. Cette amélioration est statistiquement significative au troisième mois ($p < 10^{-3}$) et se maintient jusqu'au sixième mois. Dans le groupe 2 de traitement par toxine seule, une légère amélioration commence à être observée à partir du troisième mois, alors que dans le groupe trois de rééducation seule, une amélioration est observée au cours des contrôles mais n'est pas statistiquement significative.

Une meilleure efficacité a été observée dans le groupe de traitement associant injections de toxine botulique «A» et rééducation en ce qui concerne l'amélioration des angles passifs de flexion dorsale de la cheville, genou fléchi, par rapport à ces méthodes lorsqu'elles sont utilisées chacune seule.

3. 2 Flexion dorsale de la cheville genou fléchi à vitesse rapide (FDGFV3)

Les moyennes de l'angle d'apparition de la première tension de la spasticité sur les soléus étaient comparées au cours des contrôles avec les moyennes de l'angle avant les traitements (figure 2).

Figure 2. Comparaison des moyennes de l'angle de la FDGFV3 dans les groupes au cours des contrôles par rapport à la moyenne des angles à l'admission



L'injection de la toxine botulique «A» seule ou associée à la rééducation a donné une bonne amélioration de la moyenne de l'angle d'apparition du stretch reflex dans le soléus avec des différences statistiquement significative au premier et troisième mois ($p=0.01$, $p=0.002$). Cette amélioration est probablement liée à l'effet maximal de la toxine. Cepen-

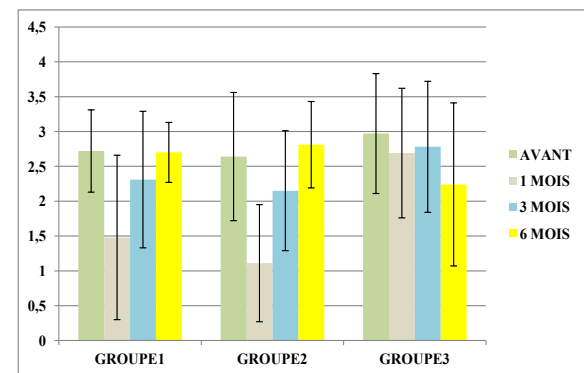
ant, elle diminue au sixième mois, probablement du fait de la réversibilité de l'effet de la toxine.

La rééducation seule telle qu'elle est utilisée actuellement dans la majorité des services de MPR ne donne aucune amélioration statistiquement significative sur l'angle d'apparition de la spasticité des muscles soléus.

3. 3 Comparaison du tonus du soléaire

La moyenne du tonus des soléus au cours des contrôles était comparée dans les groupes d'intervention par rapport à la moyenne du tonus des soléus à l'admission (figure 3).

Figure 3. Comparaison des moyennes du tonus du soléaire dans les groupes d'intervention



La rééducation, associée à l'injection de toxine botulique « A », entraîne une diminution statistiquement significative de la moyenne du tonus au cours des trois contrôles ($p < 10^{-3}$, $p < 10^{-3}$, $p = 0.006$). Nous également avons noté que la moyenne de différence du tonus des soléus au premier et au troisième mois dans le groupe de toxine seule par rapport à la moyenne lors de l'admission était statistiquement significative (10^{-3}). Par contre, au sixième mois, la différence n'était pas statistiquement significative.

La rééducation seule donne une discrète diminution du tonus non statistiquement significative.

3.4 Flexion dorsale de la cheville genou tendu à vitesse lente (FDGFV1)

La moyenne de l'angle de flexion dorsale passive de la cheville, genou tendu, lors des contrôles, était comparée par rapport à la moyenne de cet angle à l'admission des enfants, et dans les groupes d'intervention (figure 4). L'amélioration de la moyenne de différence des amplitudes passives de la flexion dorsale de la cheville genou tendu aux différents contrôles par rapport à la moyenne lors de l'admission

a concerné tous les groupes d'intervention avec une différence statistiquement significative dans le groupe d'association toxine botulique A et rééducation ($p=0.003$ $p=0.001$, $p=0.001$).

3. 5 Flexion dorsale de la cheville genou tendu à vitesse rapide (FDGF V3)

La comparaison de moyenne de l'angle d'apparition de la spasticité montre une amélioration de cet angle dans tous les groupes d'intervention. Cette amélioration statistiquement significative dans le groupe 1 et le groupe 2 a diminué au sixième mois sans atteindre les valeurs initiales (figure 5).

Figure 4. Comparaison des moyennes de l'angle de la FDGTV1 dans les groupes au cours des contrôles par rapport à la moyenne des angles à l'admission

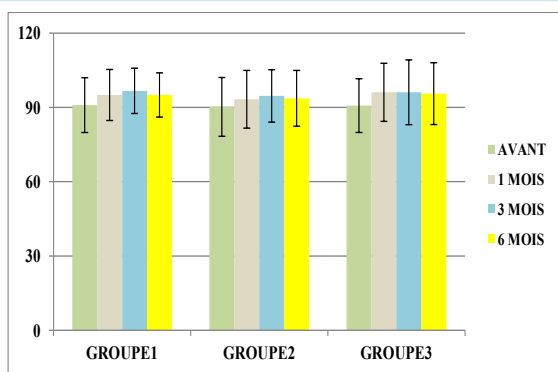
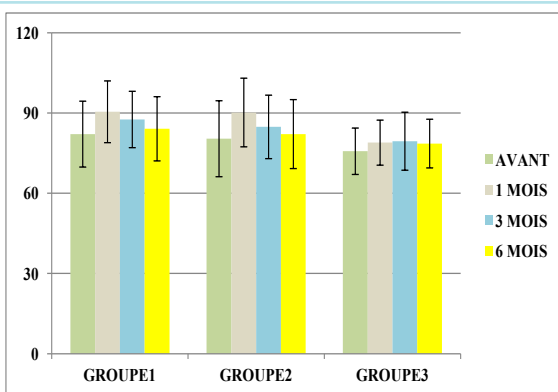


Figure 5. Comparaison des moyennes de l'angle de la FDGTV3 dans les groupes au cours des contrôles par rapport à la moyenne des angles à l'admission

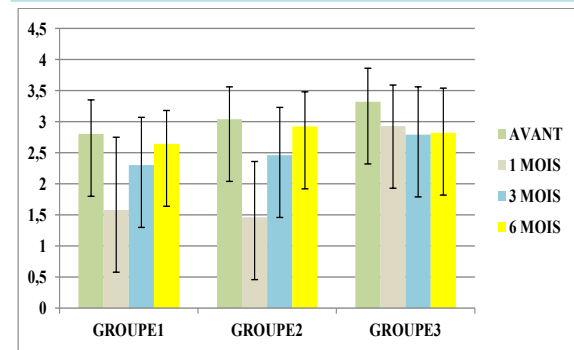


3. 6 Tonus des gastrocnémiens

L'association de la toxine botulique A et de la rééducation a donné une diminution statistiquement significative du tonus des gastrocnémiens à tous les contrôles ($p \leq 10^{-3}$, $p \leq 10^{-3}$, $p=0,001$) ; la toxine seule a donné une amélioration du tonus au premier et au troisième mois, cette amélioration

diminuant progressivement jusqu'au sixième mois. Concernant le groupe de la rééducation seule, l'amélioration de la moyenne du tonus des gastrocnémiens n'était pas statistiquement significative (figure 6).

Figure 6. Evolution des moyennes du tonus des gastrocnémiens dans les groupes d'intervention



4. Evolution du Physicians Rating Scale (PRS) dans les groupes d'intervention au cours des contrôles.

La toxine botulique A associée à la rééducation permet une amélioration de la moyenne du PRS qui est statistiquement significative au cours du premier contrôle avec ($p \leq 10^{-3}$) et du troisième contrôle avec ($p=0,02$) par rapport à la moyenne de l'admission, avec un changement moyen de trois (3) points. Cependant, nous avons noté une diminution de la moyenne du PRS au sixième mois, qui est, là aussi, probablement due à la diminution de l'effet des injections de toxine dans ce groupe d'intervention.

La toxine seule donne une amélioration du PRS seulement au premier contrôle, et l'amélioration du score PRS n'était pas statistiquement significative au sixième mois.

La rééducation seule donne une amélioration du PRS qui n'est pas statistiquement significative.

Discussion

Dans la littérature, les injections de TBA dans le muscle triceps sural ont montré leur efficacité dans la réduction de la spasticité musculaire et l'augmentation des amplitudes articulaires de manière significative de même qu'une amélioration de la marche et du mouvement [19, 20, 21, 22]. Cependant, dans ces études, la rééducation est associée de façon systématique au groupe de toxine et au groupe de traitement placebo.

Dans notre étude prospective réalisée sur trois groupes d'intervention respectifs : groupe de toxine botulique A associée à la rééducation, groupe de toxine seule et groupe de rééducation seule, la comparaison dans les différents groupes d'intervention montre que la toxine associée à la rééducation donne une amélioration statistiquement significative de la moyenne des angles de la flexion dorsale de la cheville à vitesse lente genou fléchi et genou tendu. Cette amélioration se maintient à tous les contrôles. Cette moyenne augmente progressivement jusqu'au troisième mois, puis diminue au sixième mois sans atteindre la valeur initiale. Ces résultats sont identiques à ceux de Löwing K et col. (2016) retrouvant une dorsiflexion passive de la cheville améliorée peu après l'injection de la toxine botulinique A, mais ayant progressivement diminuée par la suite [23].

La toxine seule et la rééducation seule donnent une amélioration des amplitudes de la flexion dorsale de la cheville statistiquement non significative.

Dans le groupe toxine A plus rééducation, l'angle d'apparition du premier stretch reflex dans les muscles gastrocnémiens et soléus diminue au cours des contrôles par rapport à la moyenne de ce même angle à l'admission. Cette amélioration est statistiquement significative au premier et au troisième mois. La toxine A seule donne aussi une diminution de l'angle de la première tension de la spasticité dans les muscles du mollet, au cours du premier et du troisième mois. Quant à la rééducation conduite seule, l'angle d'apparition de la spasticité au cours des contrôles n'était pas amélioré par rapport à l'angle à l'admission.

Dans l'étude de Jang DH et col., la dorsiflexion statique à V1 de l'articulation de la cheville était significativement plus élevée à quatre et à douze semaines après

injection de toxine par rapport à l'admission. La composante dynamique à V3 du modified Tardieu scale (MTS) était significativement plus basse à quatre semaines après l'injection qu'à l'admission, mais était similaire à l'admission après 12 semaines de l'injection [24].

L'intensité du tonus des gastrocnémiens et des soléus diminue de façon statistiquement significative au cours des trois contrôles dans le groupe de toxine associée à la rééducation. Cependant, dans le groupe de toxine seule, la diminution de l'intensité du tonus est aussi statistiquement significative au premier et au troisième mois. Par contre la rééducation seule donne une amélioration non statistiquement significative du tonus musculaire qui se maintient au cours des contrôles.

L'étude d'Ackmann JD et col. (2005) qui compare le traitement par la toxine botulinique A seule, le traitement par plâtre seul et la combinaison TBA et attelle plâtrée dans

le traitement de l'équin dynamique chez des enfants marchants, démontre que la TBA seule n'entraîne aucune amélioration dans les paramètres étudiés (les angles articulaires, la vitesse et l'étendue de l'étirement, la force, l'étendue du mouvement et l'angle du « stretch reflex »). Alors que l'utilisation de l'attelle plâtrée, isolée ou en association avec l'injection de BTX-A, est efficace dans le traitement, à court et à long terme, de l'équin dynamique chez les enfants avec CP spastique [25].

Ces résultats peuvent être expliqués comme suit : la TBA utilisée dans le groupe un qui a reçu la toxine associée à la rééducation et le groupe deux qui a reçu la toxine seule avait une action sur la composante neuronale avec une réduction statistiquement significative de la spasticité et de l'angle d'apparition de la première tension à un et à trois mois [26].

Cependant, les résultats qui sont maintenus à six mois dans le groupe un sont probablement liés à l'action progressive de la rééducation sur la composante non neuronale. Cette dernière contribue également à la résistance à l'étirement passif. La rééducation a également été décrite pour diminuer la spasticité lorsqu'elle est utilisée de façon régulière et intensive [27].

Ces données sont cohérentes avec d'autres résultats, démontrant l'importance de la combinaison « injections de TBA-rééducation » pour augmenter l'efficacité de cette dernière et la maintenir le plus longtemps possible. Nos résultats rejoignent ceux de Jianjun L et col. associant aux injections de TBA une rééducation d'une durée égale ou supérieure à deux heures par jours. Ces auteurs relatent une diminution de la spasticité sur l'échelle d'Ashworth statistiquement significative à un mois et à six mois par rapport à l'admission [28].

En l'absence de moyens techniques permettant des mesures quantifiées de la marche dans certains services de MPR en Algérie, la qualité de la marche, mesurée par le Physicians Rating Scale (PRS) associé à des séquences vidéographiques de face et de profil sur une distance de dix mètres, montre des résultats statistiquement significatifs dans notre série.

Wong a étudié dès 1998 les effets de la TBA sur la marche chez 17 enfants avec paralysie cérébrale spastique utilisant à la fois le PRS et l'analyse vidéo. Une amélioration significative a été notée sur les scores PRS des deux membres inférieurs de tous les enfants qui sont ambulatoires avec un changement moyen de plus de deux points [29].

Nos résultats sont identiques à ceux de Jang et col. (2014) qui ont utilisé les mêmes critères de jugements que nous (échelle de Tardieu modifiée et Physicians Rating Scale (PRS) et ont rapporté un changement dans les scores PRS à 4 et 12 semaines après injection de TBA associée à une rééducation

fréquente [30]. Les scores de PRS étaient statistiquement significatifs à 4 et à 12 semaines après injection de toxine par rapport aux scores de l'admission.

Au total, la rééducation associée à la toxine améliore les amplitudes articulaires de la flexion dorsale de la cheville, diminue le tonus musculaire de façon significative au cours de tous les contrôles, diminue l'angle d'apparition de la première tension du tonus musculaire des gastrocnémiens et des soléus au premier et au troisième mois, améliore la qualité de marche. On note une légère augmentation de tous ces paramètres au sixième mois, probablement sous l'effet de la repousse axonale. Ceci est en faveur de la nécessité d'une poursuite du traitement après 6 mois d'évolution, pour maintenir voire améliorer le gain obtenu grâce à la première injection.

La rééducation seule améliore les amplitudes articulaires et le tonus musculaire de façon non significative, et n'agit pas sur l'angle du premier stretch reflex. Par contre, l'injection de la toxine botulique A seule diminue l'angle du premier « stretch reflex » et l'intensité du tonus musculaire, améliore la qualité de marche. Cette amélioration est rapidement réversible, nécessitant une nouvelle injection de toxine après le troisième mois.

Conclusion

La prise en charge du pied équin spastique chez les enfants présentant une paralysie cérébrale est complexe tant par le symptôme lui-même que par la multiplicité des tableaux cliniques et des différents âges de ces enfants. Seule l'analyse de l'ensemble des facteurs limitant la marche chez un enfant donné va déterminer l'impact de la spasticité et de l'effet potentiel de sa diminution. L'on ne peut conclure sans ajouter que l'injection inappropriée de toxine botulique peut entraîner un effondrement de l'enfant avec perte du potentiel de marche grevant par là-même la qualité de vie de l'enfant et de son entourage. La rééducation fonctionnelle doit être prescrite et réalisée dès que le diagnostic de PC a été posé, car l'évolution spontanée se fait vers des déformations orthopédiques multiples et doit être poursuivie pendant toute la période de croissance.

Conflit d'intérêts

Nous ne déclarons aucun conflit d'intérêt quant à l'utilisation du Dysport, seule molécule actuellement disponible en Algérie et à usage strictement hospitalier.

Références bibliographiques

- [1] Carlton SL, Taylor NF, Dodd KJ, Shields N. Differences in habitual physical activity levels of young people with cerebral palsy and their typically developing peers: a systematic review. *Disabil Rehabil* 2013, 35(8):647-655.
- [2] Sellier E, Platt MJ, Andersen GL et al. Decreasing prevalence in cerebral palsy: a multi-site European population-based study, 1980 to 2003. *Dev Med Child Neurol*. 2016; 58: 8592.
- [3] Donald KA, Kakooza AM, Wammanda RD, Mallewa M, SamiaP, BabakirH et al. Pediatric Cerebral Palsy in Africa: Where Are We? *Journal of Child Neurology*.2014, 1-9.
- [4] Cans C, De-La-Cruz J, Mermet MA. Epidemiology of cerebral palsy. *Pediatric Child Health* 2008; 18:393-8.
- [5] Lebarbier P. Pied de l'infirme moteur cérébral. Elsevier Masson. 2008; 27-120-A-25.
- [6] O'Connell PA, D'Souza L, Dudeney S, Stephens M. Foot deformities in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*.1998; 18: 743-747.
- [7] Lebarbier P. Pied de l'infirme moteur cérébral. EMC - Podologie. 2008 ; 27 -120-A-25.
- [8] Bertrant H, Forin V. Toxine botulinique type A chez l'enfant : évaluation des indications à partir d'une revue de la littérature. *Annales de réadaptation et de médecine physique*. 2003 ; 46 : 346-352.
- [9] Tedroff K, Granath F, Forssberg, Y, Haglundakerlind H. Long-term effects of botulinum toxin A in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2009; 51: 120-127.
- [10] Ade-Hal R, Moore P. Botulinum toxin type A in the treatments of lower limb spasticity in cerebral palsy. *Cochrane Library*. 2000; I.
- [11] Palisano R, Rosenbaum P, Bartlett D, Livingston M. Gross motor function classification system expanded and revised (gmfcs-e & r). *Childhood Disability Research*. 2007.
- [12] Boyd RN, Graham HK. Objective measures of clinical findings in the use of botulinum toxin type A for the management of children with cerebral palsy. *Eur J Neurol*. 1999; 6(4): 5235-35.
- [13] Gracies JM, Burke K, Clegg NJ, Browne R, and al. Reliability of the Tardieu Scale for Assessing Spasticity in Children With Cerebral Palsy. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010; 91: 421-8.
- [14] Maathuis KG, van der Schans CP, van Iperen A, Rietman HS, Geertzen JH. Gait in children with cerebral palsy: observer reliability of Physician Rating Scale and Edinburgh Visual Gait Analysis Interval Testing scale. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2005; 25: 268-272.
- [15] Love SC, Novak I, Kentish M, Desloovere K, Heinene F, Molenaers G, Flaherty SO, Graham HK. Botulinum toxin assessment, intervention and after-care for lower limb spasticity in children with cerebral palsy: international consensus statement. *European Journal of Neurology*. 2010; 17 (2): 937.

- [16] Gracies JM. Pathophysiology of impairment in patients with spasticity and use of stretch as a treatment of spastic hypertonia. *Phys Med Rehabil.* 2001; 12(4):747-768.
- [17] Pin T, Dyke P, Chan M. The effectiveness of passive stretching in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2006, 48(10):855-862.
- [18] Mockford M, Caulton JM: Systematic review of progressive strength training in children and adolescents with cerebral palsy who are ambulatory. *Pediatr Phys Ther* 2008, 20(4): 318-33.
- [19] Frasson E, Dall'ora E, Bordignon M, et al. Spread of botulinum neurotoxin Type A at standard doses is inherent to the successful treatment of spastic equinus foot in cerebral palsy: short-term neurophysiological and clinical study. *J Child Neurol.* 2012; 27(5): 587-93.
- [20] Satila H, Pietikainen T, Iisalo T, et al. Botulinum toxin type A injections into the calf muscles for treatment of spastic equinus in cerebral palsy: a randomized trial comparing single and multiple injection sites. *Am J Phys Med Rehabil* 2008; 87: 386-394.
- [21] Depedibi R, Unlu E, Cevikol A, et al. Efficacy of botulinum toxin type A in the of children with cerebral palsy. *Neurorehabilitation* 2008; 23: 159-205.
- [22] Scholtes VA, Dallmeijer AJ, Knol DL, et al. Effect of multilevel botulinum toxin A and comprehensive rehabilitation on gait in cerebral palsy. *Pediatr Neurol* 2007; 36: 30-39.
- [23] Lowing K, Thews K, Haglund-Åkertind Y. Effects of Botulinum toxin-A and goal-directed physiotherapy in children with cerebral palsy GMFCS levels I & II. *Physical & occupational therapy in pediatrics.* 2017, DOI: 10.3109/01942638.2016.115038.
- [24] Jang DH, Sung HI. The influence of physical therapy and anti-botulinum toxin antibody on the efficacy of botulinum toxin-A injections in children with spastic cerebral palsy. *Dev Neurorehabil.* 2014; 17(6): 414-419.
- [25] Tabary JC. Résumés et traductions d'articles publiés dans la revue *Developmental Medicine and Child Neurology*. *Motricité cérébrale.* 2006; 27(4):179-181.
- [26] Delgado MR, Tilton A, Russman B, et al. AbobotulinumtoxinA for equinus foot deformity in cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Pediatrics.* 2016; 137(2): e20152830
- [27] Lee WY, Park GY, Kwon DR. Comparison of Treatment Effects Between Children With Spastic Cerebral Palsy Under and Over Five Years After Botulinum Toxin Type A Injection. *Ann Rehabil Med.* 2014; 38(2): 200-208.
- [28] Jianjun L, Shurong J, Weihong W, Yan Z, Fanyong Z, Nanling L. Botulinum toxin-A with and without rehabilitation for the treatment of spastic cerebral palsy. *Journal of International Medical Research.* 2013; 41(3): 636-641.
- [29] Wong V. Use of botulinum toxin injection in 17 children with spastic cerebral palsy. *Pediatr Neurol.* 1998; 18: 124 -130.
- [30] Jang DH, Sung HI. The influence of physical therapy and anti-botulinum toxin antibody on the efficacy of botulinum toxin-A injections in children with spastic cerebral palsy. *Dev Neurorehabil.* 2014; 17(6): 414-419.

