

Avaliação do equilíbrio e distribuição de pressão plantar em crianças com paralisia cerebral submetidas ao tratamento de Toxina Botulínica tipo A e fisioterapia

Evaluation of planter pressure balance and distribution in children and adolescents with cerebral palsy undergoing Botulinum Toxin type A and physiotherapy treatment

Artigo Original

Daniela Lima Silva (<https://orcid.org/0000-0001-6441-0461>)

Universidade Federal do Pará – UFPA – Belém (PA) – Brasil

Girlene Maciel Afonso (<https://orcid.org/0000-0001-5386-1005>)

Universidade Federal do Pará – UFPA – Belém (PA) – Brasil

Dra. Daniela Rosa Garcez

Hospital Universitário Bettina Ferro de Souza – HUBFS – Belém (PA) – Brasil

Prof. Dra. Denise da Silva Pinto

Universidade Federal do Pará – UFPA – Belém (PA) – Brasil

E-mail: daannylima149@gmail.com

Telefone: (91) 985504596

Endereço: Passagem Máxima, nº 13. Marco, Belém-PA, Brasil, 66095-370.

RESUMO

Objetivo: Avaliar as alterações na espasticidade dos músculos dos membros inferiores, na distribuição da área de contato e pressão plantar, e nas variáveis do COP após aplicação de Toxina Botulínica tipo A (BoNT-A) e fisioterapia. **Materiais e Métodos:** Ensaio clínico, incluindo 5 crianças com Paralisia Cerebral do tipo diparética espástica que receberam injeção de BoNT-A em membros inferiores e tratamento fisioterapêutico associado (até 60 dias pós-BoNT-A). Foram avaliados dados antropométricos (altura, peso, idade), a capacidade funcional por meio da Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS), o tônus muscular com a Escala De Ashworth Modificada (MAS), o equilíbrio estático por meio das variáveis do COP (estabilometria) e a distribuição da pressão e área plantar por meio da baropodometria. **Resultados:** Identificou-se diferenças nos parâmetros da espasticidade dos músculos adutores do quadril direito ($1,60 \pm 0,41$ pré-terapia; $1,00 \pm 0,70$ 30 dias pós-terapia; $t = 3,2$; $p = 0,032$), isquiotibiais direito ($1,70 \pm 0,83$ pré-terapia; $1,00 \pm 0,70$ 30 dias pós-terapia; $t = 3,5$; $p = 0,024$ e $0,80 \pm 0,83$ 60 dias pós-terapia; $t = 9,0$, $p = 0,0008$) e esquerdo ($1,50 \pm 0,50$ pré-terapia; $0,80 \pm 0,44$, 30 dias pós-terapia; $t = 3,5$; $p = 0,024$ e $0,60 \pm 0,54$ 60 dias pós-terapia; $t = 9,0$, $p = 0,0008$) e na distribuição das pressões médias plantares no antepé ($0,569 \pm 0,195$ Kpa(r) pré-terapia; $0,379 \pm 0,113$ Kpa(r) 30 dias pós-terapia; $t = 3,90$ $p = 0,017$) e médio pé esquerdo ($0,046 \pm 0,039$ Kpa(r) pré-terapia; $0,112 \pm 0,080$ Kpa(r) 30 dias pós-terapia; $t = 3,302$; $p = 0,029$). **Considerações finais:** Nossos resultados sugerem que a fisioterapia, a curto prazo, associada à aplicação de BoNT-A proporcionam uma redução na espasticidade dos músculos proximais dos membros inferiores e melhoram a distribuição das pressões médias plantares. Porém, não melhoram o equilíbrio estático de crianças com PC diparética espástica. Outras pesquisas, com maior tempo de fisioterapia, são necessárias para confirmação de nossos achados.

Descritores: Paralisia Cerebral; Toxinas Botulínicas Tipo A; Equilíbrio Postural.

ABSTRACT

Objective: To evaluate changes in lower limb muscle spasticity, distribution of contact area and plantar pressure, and COP variables after application of Botulinum Toxin type A (BoNT-A) and physical therapy. **Materials and Methods:** Clinical trial, including 5 children with spastic diparetic Cerebral Palsy who received BoNT-A injection in lower limbs and associated physiotherapeutic treatment (up to 60 days post-BoNT-A). Anthropometric data (height,

weight, age), functional capacity using the Gross Motor Function Classification (GMFCS), muscle tone using the Modified Ashworth Scale (MAS), static balance using the COP variables (stabilometry) and the distribution of pressure and plantar area by means of baropodometry. **Results:** Differences were identified in the parameters of the spasticity of the adductor muscles of the right hip (1.60 ± 0.41 pre-therapy; 1.00 ± 0.70 30 days post-therapy; $t = 3.2$; $p = 0.032$), right hamstrings (1.70 ± 0.83 pre-therapy; 1.00 ± 0.70 30 days post-therapy; $t = 3.5$; $p = 0.024$ and 0.80 ± 0.83 60 days post-therapy; $t = 9.0$, $p = 0.0008$) and left (1.50 ± 0.50 pre-therapy; 0.80 ± 0.44 , 30 days post-therapy; $t = 3.5$; $p = 0.024$ and 0.60 ± 0.54 60 days after therapy; $t = 9.0$, $p = 0.0008$) and in the distribution of mean plantar pressures in the forefoot (0.569 ± 0.195 Kpa(r) pre-therapy; 0.379 ± 0.113 Kpa(r)) 30 days post-therapy; $t = 3.90$ $p = 0.017$) and left midfoot (0.046 ± 0.039 Kpa(r) pre-therapy; 0.112 ± 0.080 Kpa(r) 30 days post-therapy; $t = 3.302$; $p = 0.029$). **Final considerations:** Our results suggest that short-term physical therapy associated with the application of BoNT-A provide a reduction in the spasticity of the proximal muscles of the lower limbs and improve the distribution of mean plantar pressures. However, they do not improve the static balance of children with spastic diparetic CP. Further research, with a longer period of physical therapy, is needed to confirm our findings.

Keywords: Cerebral Palsy; Botulinum Toxins, Type A; Postural Balance.

INTRODUÇÃO

A paralisia cerebral (PC) ocorre devido uma lesão não progressiva no encéfalo imaturo, durante o período intra-uterino ou na infância, resultando em disfunções no controle postural e movimentos dos membros¹. Mundialmente, a incidência de PC é de 1,5 a 4 por 1.000 nascidos vivos². Em países em desenvolvimento, como o Brasil, esta foi estimada em 7 por 1.000 nascidos vivos³.

A PC pode ser classificada, quanto a topografia da lesão, em quadriparética, diparética ou hemiparética e pela alteração do tônus muscular em espástica, discinética, atáxica, mista e hipotônica¹. O tipo diparético espástico é o quadro motor clínico mais comum da PC, sendo encontrado em 10 a 30% dessas crianças⁴ e é caracterizado por um acometimento no controle motor do tronco e membros (maior nos membros inferiores em relação aos membros superiores)^{5,6}. A espasticidade pode causar espasmos musculares, redução da amplitude de movimento (ADM), fraqueza muscular e alteração de coordenação motora, ocasionando transferências

posturais inadequadas, controle postural precário e maior limitação nas atividades de vida diárias^{7,8}.

Atualmente, há diversas terapias para espasticidade, sendo a Toxina Botulínica do Tipo A (BoNT-A) uma das intervenções médicas mais amplamente usadas. A literatura indica que esta é eficaz para reduzir a espasticidade, resultando em melhora da ADM distal, no desempenho da marcha e na função motora grossa em geral^{5,9,10}. A atividade física aumenta o efeito benéfico da BoNT-A e o uso combinado de BoNT-A e fisioterapia é mais eficaz na reabilitação motora. A Fisioterapia é uma intervenção primordial para minimizar os prejuízos funcionais que a espasticidade ocasiona, inibindo a atividade reflexa e tônus anormal, e facilitando o desenvolvimento neuropsicomotor^{1, 5, 10}. Ainda, a reabilitação física por meio do treinamento de aumento de força muscular dos membros inferiores, treinamento de mobilidade seletiva funcional e treino das reações de equilíbrio, melhoram a mobilidade global e o controle postural desses indivíduos¹¹.

O controle postural é a capacidade de manter o alinhamento corporal (orientação postural) e manter ou restaurar o centro de massa corporal (COM) dentro da base de apoio, para manter o equilíbrio^{7, 12}. Este pode ser avaliado em crianças com PC através de plataforma de força¹³. A plataforma de força é considerada padrão ouro para análise do equilíbrio postural por meio de medidas das variáveis do Centro de pressão (COP)¹⁴. Existe uma plataforma de força que avalia a distribuição das áreas de contato e pressões plantares (baropodometria)¹⁵ e mensura quantitativamente o controle postural através dos deslocamentos do COP (estabilometria)¹⁶. A instabilidade postural de crianças com PC fica mais evidente pelas maiores oscilações de comprimento¹⁷ e maior área¹⁸ do COP, quando comparadas com crianças em desenvolvimento típico. Em adição, em diparéticos espásticos, a distribuição de pressão nos pés se encontra alterada, prejudicando a base de sustentação na postura bípede e durante a marcha⁶.

Apesar de alguns estudos serem encontrados na literatura avaliando o COP em crianças com PC após reabilitação fisioterapêutica^{12,17,19}, ainda não foi verificada pesquisas avaliando as áreas de contato e pressões plantares, e as variáveis do COP em crianças com PC após aplicação da BoNT-A e intervenção fisioterapêutica associada. Assim, esta pesquisa teve como objetivo avaliar se ocorre alterações na espasticidade dos músculos dos membros inferiores, na distribuição das áreas de contato e pressões plantares, e nas variáveis do COP após aplicação de BoNT-A e fisioterapia. Nós hipotetizamos que a aplicação de BoNT-A e fisioterapia, em crianças com PC do tipo diparética espástica, reduziria a espasticidade dos membros inferiores,

facilitaria uma melhor base de suporte e descarga de peso, e produziria um melhor equilíbrio estático bípede.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este ensaio clínico foi realizado no ambulatório de fisioterapia do Hospital Universitário Bettina Ferro de Souza (HUBFS), localizado R. Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém - PA, 66075-110, no período de junho a novembro de 2021 e foi aprovado em 2021 pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará (ICS - UFPA) sob o parecer nº 5.022.092. Os participantes iniciaram todos os procedimentos da pesquisa somente após seus responsáveis assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Participantes

A amostra foi composta por 5 crianças com PC do tipo diparética espástica (3 masculinos e 2 femininos), acompanhadas no serviço de ortopedia do HUBFS. Os voluntários tiveram diagnóstico confirmado por equipe médica do HUBFS (ou pediatra, ou neuropediatra ou ortopedista).

Para caracterizar a capacidade funcional dos participantes, foi utilizada a Classificação da Função Motora Grossa (Gross Motor Function Classification System/ GMFCS). Esta é um sistema de classificação ordinal de cinco níveis baseado na avaliação do movimento autoiniciado com ênfase na função durante a posição sentada, em pé e caminhando⁵. O GMFCS tem se mostrado um método válido, confiável e clinicamente relevante para a classificação e predição da função motora em crianças com PC, entre 2 e 12 anos. O GMFCS é importante quando se usa a terapia com BoNT-A, pois as indicações e o perfil de eventos adversos são diferentes de acordo com seu nível²⁰.

Os critérios de inclusão do estudo foram: (1) crianças com PC espástica do tipo diparético, (2) entre 4 e 12 anos, (3) de ambos os sexos, (3) GMFCS de I a III e (4) com capacidade de realizar todos os procedimentos de avaliação e tratamento da pesquisa.

Os critérios de exclusão foram: (1) presença de contratura severa nos músculos dos membros inferiores, (2) bloqueio articular e/ou cirurgia prévia até um ano anterior ao teste pré-toxina nos membros inferiores, (3) diagnóstico de outros tipos de PC, (4) presença de

deficiência visual, (5) incapacidade de seguir os comandos verbais dos pesquisadores à realização dos protocolos da pesquisa, (5) não assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e (6) abandonar o tratamento fisioterapêutico.

Procedimentos

Os participantes realizaram uma avaliação pré-aplicação da BoNT-A e pós- aplicação, em 30 e 60 dias. Os músculos dos membros inferiores aplicados com a BoNT-A foram: gastrocnêmios, isquiotibiais e adutores do quadril. A aplicação e os critérios de dosagem da BoNT-A foram estabelecidos pelos médicos ortopedistas do HUBFS.

Os participantes foram inseridos no serviço de fisioterapia do HUBFS, 48 horas após aplicação da toxina, para tratamento fisioterapêutico, onde foi seguido um protocolo de atendimento padronizado durante 60 dias após a aplicação de BoNT-A. Este teve como principais metas diminuir a espasticidade, favorecer o controle postural e o desempenho funcional na marcha. O protocolo fisioterapêutico foi realizado duas vezes por semana, com 16 sessões totais e cada sessão teve um período de 60 minutos. O mesmo foi dividido em dois blocos, sendo um bloco realizado em cada mês, com exercícios de alongamento dos membros inferiores; exercícios de controle seletivo de tronco em decúbito, sentado e na ortostase; de fortalecimento do tronco e membros inferiores; de facilitação das transferências posturais; de equilíbrio em superfície estável e instável; e treino da marcha com obstáculos. As seleções dos exercícios nos diferentes blocos tiveram dificuldades progressivas, com 2 a 3 séries de 12 a 15 repetições em cada exercício.

Instrumentos de avaliação

Escala De Ashworth Modificada/ The Modified Ashworth Scale (MAS)

O tônus dos músculos a serem aplicados a BoNT-A foi avaliado com a Escala de Ashworth Modificada (MAS). É uma escala válida, usada para classificar o grau de espasticidade⁷ de 0 a 4, sendo 0 tônus muscular normal e 4 severa espasticidade. A MAS classifica o grau da espasticidade em 0, 1, 1+, 2, 3 e 4, sendo pontuado nesta pesquisa em 0; 1; 1,5; 2; 3 e 4, respectivamente. A MAS foi realizada em uma posição supina, com os membros

relaxados, na qual moveu-se passivamente a articulação de forma rápida e repetidamente através da ADM disponível e graduou-se a resistência dos músculos avaliados²¹.

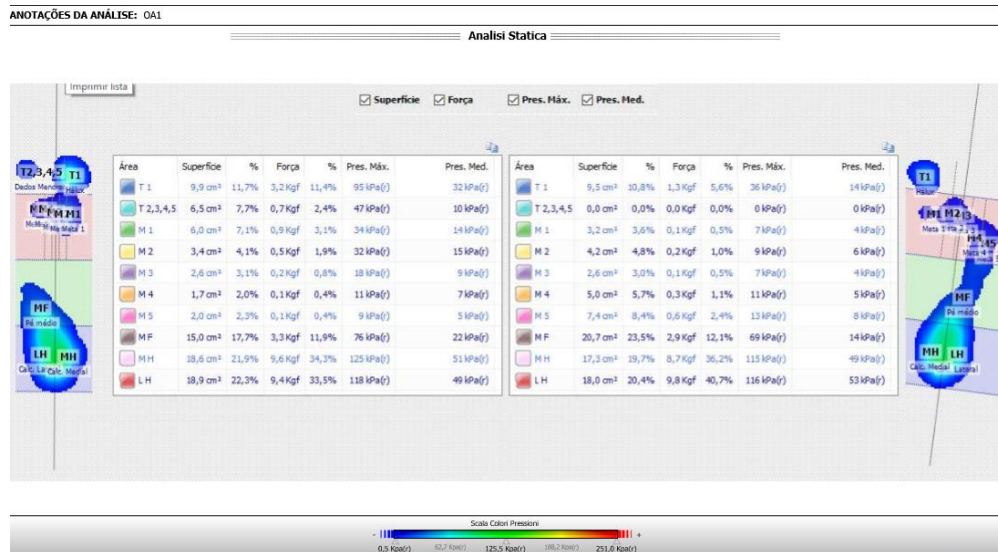
Baropodometria e estabilometria

A baropodometria foi realizada em uma plataforma de pressão capacitiva (modelo EPS/R-1, LORAN ENGINEERING®, Castel Maggiore, Bologna, Itália), conectada a um computador com o software Biomech e taxa de resolução de 50 Hz. O baropodômetro é utilizado para avaliar a variabilidade de pressões plantares, mensurando e comparando a distribuição de forças nos pés, as pressões médias e máximas e a superfície de contato, tanto na posição em pé estática, como dinâmica¹⁵.

Durante a colheita dos dados, os voluntários permaneceram descalços, em apoio bipodal e pés paralelos em cima da plataforma, com os braços lateralmente ao corpo, e a 1,5 metros de uma parede com um "x" para fixar o olhar. Os testes foram realizados de olhos abertos (OA) e olhos fechados (OF). Foi solicitado que o voluntário mantivesse uma postura estática e confortável durante 30 segundos em cada tentativa. Três ensaios para as situações de OA e OF foram realizados e analisados os valores médios capturados.

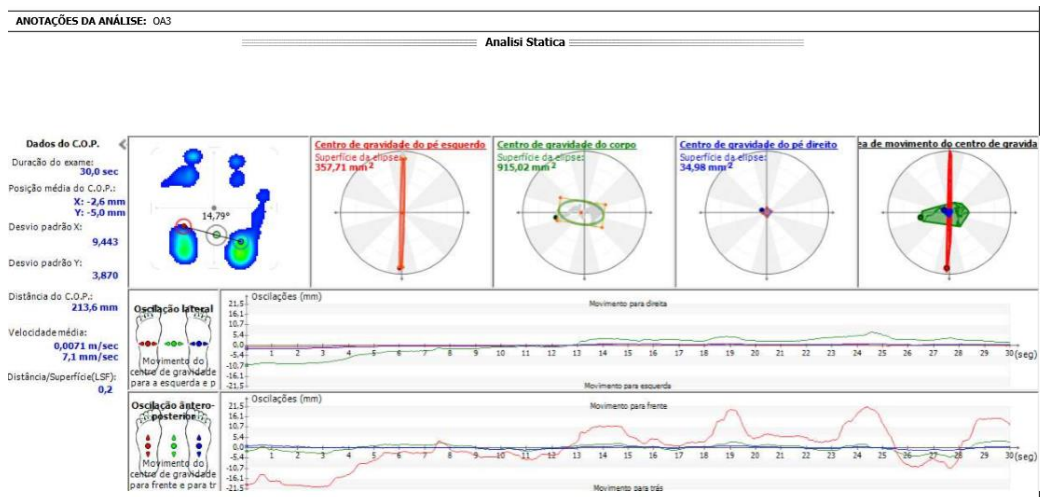
Para a baropodometria foi verificado a distribuição das áreas de contato e pressões médias plantares com o solo nas seguintes sub-regiões: T1 (hálux); T2-5 (outros dedos); M1, M2, M3, M4 e M5 (cabeças de cada um dos metatarsos); MF (região do mediopé); e MH e LH (região do retropé medial e lateral). Esses dados foram normalizados considerando a somatória de todas as áreas de contato e de pressão, sendo os valores de cada área e pressão divididos pela somatória de área e pressão total do pé equivalente, respectivamente. Assim, os valores expressados nesta pesquisa, em relação aos dados da baropodometria, indica o valor 1 representando 100%. Posteriormente, a fim de simplificar a interpretação dos dados para as áreas de contato e pressões médias plantares foram somadas todas as sub-áreas de T1, T2-5, M1, M2, M3, M4 e M5 para representar o antepé; MF para o mediopé; e MH e LH para o retropé (ver figura 1). Para a estabilometria, foram avaliadas as seguintes variáveis do COP: distância total (mm), área total da elipse (mm²) e velocidade de deslocamento (mm/s) (ver figura 2). Para a análise das áreas de contato e pressões médias plantares foram consideradas a média das 3 tentativas apenas na condição de OA e para as variáveis do COP as condições de OA e OF foram realizadas.

Figura 1 - Distribuição das áreas de contato e pressões plantares



Fonte: Do autor.

Figura 2 - Avaliação estabilométrica



Fonte: Do autor.

Análise Estatística

GraphPad Prism 6 (San Diego, California, USA) e *BioEstat 5.3* (Belém, Pará, Brasil) para Windows foi utilizado para análise estatística dos dados desta pesquisa. A distribuição de normalidade dos dados foi testada pelo teste de Shapiro–Wilk. Mediana com primeiro e terceiro quartis foram expressos para dados não paramétricos, e a média $\pm$ desvio padrão para dados

paramétricos. As amostras foram comparadas intra-grupo, avaliando a terapia antes e após procedimentos, em 30 dias e 60 dias. Para dados normais foi usado o teste t *Student* e para dados não paramétricos, o teste de *Wilcoxon*. Para todos os tratamentos estatísticos, o nível de significância foi de $p < 0.05\%$.

RESULTADOS

A amostra foi composta por 5 crianças diparéticas espásticas (3 do sexo masculino e 2 do feminino), com peso médio de $29,48 \pm 8,22$ Kg, altura média de $133 \pm 8,97$ cm, idade média de $10 \pm 1,58$ anos e GMFCS I (3) e II (2), com 1 criança fazendo uso de órteses/AFO.

Espasticidade

Na tabela 1, estão apresentados os valores referentes a avaliação da espasticidade pela MAS. Houve redução da espasticidade dos adutores do quadril direito após 1 mês de terapia ($t = 3,2$, $p = 0,032$) e dos isquiotibiais direito e esquerdo após 1 mês ($t = 3,5$, $p = 0,024$; $t = 3,5$, $p = 0,024$) e 2 meses de terapia ($t = 9,0$, $p = 0,0008$; $t = 9,0$, $p = 0,0008$). A redução da espasticidade nestes músculos no decorrer do tempo mostrou um comportamento progressivo, exceto nos músculos adutores do quadril direito.

Tabela 1 - Comparação da escala de Ashworth Modificada antes e após terapia

MÚSCULOS ESPÁSTICOS	PRÉ-TERAPIA	30 DIAS PÓS-TERAPIA	60 DIAS PÓS-TERAPIA
Adutores do quadril D	$1,60 \pm 0,41$	$1,00 \pm 0,70$ *	$1,30 \pm 0,44$
Adutores do quadril E	$1,60 \pm 0,41$	$1,20 \pm 0,75$	$1,20 \pm 0,44$
Isquio-tibiais D	$1,70 \pm 0,83$	$1,00 \pm 0,70$ *	$0,80 \pm 0,83$ *
Isquio-tibiais E	$1,50 \pm 0,50$	$0,80 \pm 0,44$ *	$0,60 \pm 0,54$ *
Gastrocnêmio D	$2,50 \pm 0,70$	$2,30 \pm 0,97$	$2,20 \pm 1,09$
Gastrocnêmio E	$2,30 \pm 0,67$	$2,20 \pm 1,09$	$2,20 \pm 1,09$

Legenda: Valores são média $\pm$ SD [teste t pareado]. * $P < 0.05$, comparação com o grupo controle, $n = 5$. D=direito, E=esquerdo.

Baropodometria

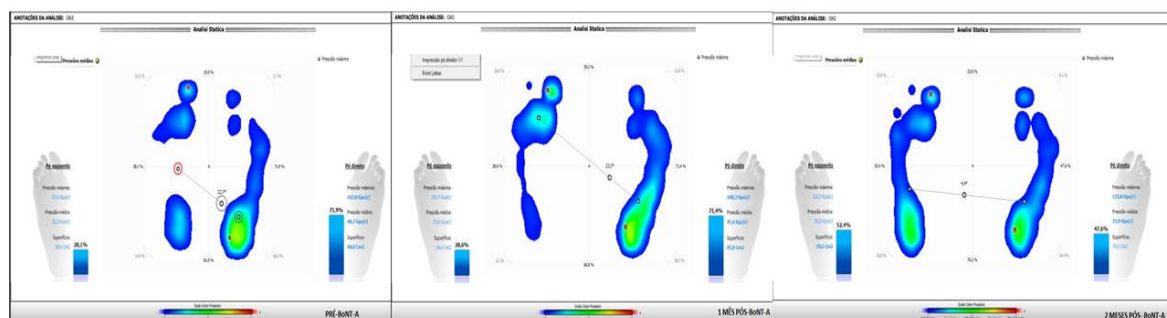
Na tabela 2, estão representados os valores da área de contato plantar. Não houve diferença estatística entre as médias antes e após a terapia. Contudo, observou-se uma tendência de aumento de área do contato plantar na região do médiopé bilateral, uma redução no retropé bilateral e um aumento no antepé esquerdo e diminuição no antepé direito em 30 e 60 dias pós-toxina. A figura 3 ilustra as alterações comportamentais encontradas na área e na pressão plantar de um paciente ao longo do tempo.

Tabela 2 - Área de contato plantar antes e após terapia.

ÁREAS DO PÉ	PRÉ-TERAPIA	30 DIAS PÓS-TERAPIA	60 DIAS PÓS-TERAPIA
ANTEPÉ D (cm ²)	0,382 ± 0,035	0,357±0,071	0,352±0,073
ANTEPÉ E (cm ²)	0,455± 0,139	0,481±0,092	0,492±0,035
MEDIOPÉ D (cm ²)	0,213± 0,094	0,251±0,086	0,262±0,083
MEDIOPÉ E (cm ²)	0,092± 0,097	0,125±0,164	0,119±0,137
RETROPÉ D (cm ²)	0,404±0,095	0,391±0,080	0,385±0,086
RETROPÉ E (cm ²)	0,452±0,197	0,393±0,123	0,388±0,134

Legenda: Valores são média ± SD [test t pareado]. * P<0.05, comparação com o grupo controle, n=5. Região do antepé (soma das áreas de T1 a M5); médiopé (área MF), e retropé (soma das áreas de MH e LH). D=direito, E=esquerdo.

Figura 3 - Alterações comportamentais na área e na pressão média plantar de um paciente ao longo da terapia.



Fonte: Do autor. Legenda: Da esquerda para direita avaliação pré-terapia, 1 mês após e 2 meses após.

Em relação as pressões médias plantares, observou-se que o antepé e o médiopé esquerdo apresentaram uma diminuição e um aumento 1 mês após a terapia em comparação com o período pré-terapia, respectivamente ($p < 0,05$). Na tabela 3, estão expressos os valores das pressões médias plantares.

Tabela 3 - Pressão plantar média pré e pós terapia

ÁREAS DO PÉ	PRÉ-TERAPIA	30 DIAS PÓS-TERAPIA	60 DIAS PÓS-TERAPIA	VALOR p e t
ANTEPÉ D (Kpa(r))	0,399±0,075	0,403±0,077	0,440±0,145	
ANTEPÉ E (Kpa(r))	0,569±0,195	0,379±0,113 *	0,593±0,127	p=0,017 t=3,90
MÉDIOPÉ D (Kpa(r))	0,078 [0,054;0,264]	0,105[0,063;0,173]	0,103[0,074;0,150]	
MÉDIOPÉ E (Kpa(r))	0,046± 0,039	0,112±0,080 *	0,060±0,038	p=0,029 t=3,302
RETROPÉ D (Kpa(r))	0,456±0,142	0,480±0,122	0,448±0,161	
RETROPÉ E (Kpa(r))	0,384±0,213	0,483±0,126	0,346±0,152	

Legenda: Valores são média ± SD (test t pareado) e mediana [25%; 75%] (teste de Wilcoxon). $p < 0,05$ * comparação com o grupo controle, n=5. Região do antepé (soma das pressões de T1 a M5); médiopé (pressão em MF), e retropé (soma das pressões de MH e LH). D=direito, E=esquerdo.

Estabilometria

Os resultados da avaliação do equilíbrio são mostrados na tabela 4. Na presente pesquisa não foram encontradas diferenças nas variáveis estudadas antes e após a terapia, nas duas diferentes condições (OA e OF).

Tabela 4 - Variáveis do COP pré e pós terapia com olhos abertos e fechados.

VARIÁVEIS DO COP	PRÉ-TERAPIA	30 DIAS PÓS-TERAPIA	60 DIAS PÓS-TERAPIA
<u>OLHOS ABERTOS</u>			
VELOCIDADE (mm/s)	8,220±2,357	8,100±2,416	9,640±1,228
DISTÂNCIA (mm)	246,5±70,22	243,4±72,02	288,9±36,81

ÁREA DA ELIPSE (mm²)	387,54± 264,100	290,98±158,464	796,4±431,6
<u>OLHOS FECHADOS</u>			
VELOCIDADE (mm/s)	9,600[6,350;12,70]	10,20[8.300;11,75]	9,400[8,000;10,10]
DISTÂNCIA (mm)	286,7[189,4;381,7]	306,9[248,6;353,7]	283,2[240,8;301,9]
ÁREA DA ELIPSE (mm²)	496,4±360,1	476,2±208,3	376,6±180,8

Legenda: Valores são média ± SD (test t pareado) e mediana [25%; 75%] (teste de Wilcoxon).
p<0.05*, comparação com o grupo controle, n=5.

DISCUSSÃO

Esta pesquisa foi realizada para avaliar a ação da terapia combinada de injeção de BoNT-A e fisioterapia na espasticidade dos membros inferiores, na base de sustentação, na descarga de peso e no equilíbrio estático bípede em crianças com PC diparética espástica. Nossos resultados demonstraram que houve redução na espasticidade dos músculos proximais dos membros inferiores (adutores do membro inferior esquerdo e isquiotibiais bilaterais) e uma melhor distribuição na pressão plantar média no pé esquerdo 1 mês pós-terapia, devido uma diminuição da pressão média na região do antepé e aumento na região do médiopé esquerdo. Tais resultados estiveram de acordo com nossas hipóteses.

Espasticidade

A espasticidade é o sintoma mais comum em crianças com PC. Inicialmente, ela prejudica as funções motoras e gradualmente contribui para a malformação osteoarticular²¹⁻²². As injeções de BoNT-A nos membros inferiores e fisioterapia em crianças com PC reduzem a espasticidade^{22,23}. Neste estudo a espasticidade foi avaliada por meio da MAS. Esta já foi utilizada para avaliar espasticidade em crianças com PC após aplicação de BoNT-A e tratamento fisioterapêutico^{2, 5, 22, 23}.

Nossos resultados com a terapia combinada de BoNT-A e fisioterapia, mostrou-se eficaz na redução da espasticidade dos músculos proximais, com redução significativa nos músculos

adutores do quadril direito e isquio-tibiais, e tendência de redução do tônus muscular em todos os músculos avaliados após 1 mês da intervenção. Estes achados se assemelham com os encontrados em dois estudos que observaram que as pontuações da MAS foram significativamente menores em 1 mês pós-bloqueio^{23,24}. Em adição, nosso resultado mostrou uma redução na espasticidade dos isquio-tibiais bilaterais que se manteve após 2 meses de terapia, indicando uma tendência à redução progressiva do tônus destes músculos em 30 e 60 dias pós-intervenção quando comparados com os dados pré-terapia. Isto esteve de acordo com a literatura que aponta uma redução gradativa da espasticidade dos membros inferiores ao longo dos três meses após aplicação de BoNT-A²³.

Uma revisão integrativa mostrou que a maioria dos estudos consideraram os potenciais efeitos da aplicação da BoNT-A em um período de 3 meses, podendo durar até 6 meses. Após este período, os efeitos começam a reduzir²⁵. A BoNT-A associada a cinesioterapia objetiva inibir a atividade reflexa anormal, reduzir espasticidade, estimular o padrão de movimento normal, ganhar força muscular, flexibilidade e ADM, facilitando o desenvolvimento motor de crianças com PC^{25,26}. Desta forma, o protocolo fisioterapêutico desta pesquisa foi iniciado 48 horas após a injeção de BoNT-A, pois sua ação evidente de relaxamento muscular é iniciada somente entre 48 a 72 horas após sua aplicação²¹.

Nesta pesquisa, os músculos distais não tiveram redução da espasticidade, isso pode ter ocorrido devido a presença de maior co-contração ao redor das articulações distais para manutenção do equilíbrio²⁷, onde somado com retrações tendíneas persistentes nestes músculos, podem ter comprometido os resultados na MAS. Ainda, como foi verificado um valor superior na MAS nas avaliações pré-terapias quando comparado com os músculos proximais nos pacientes da pesquisa, foi pontuado uma revisão da dosagem necessária da BoNT-A e fisioterapia nos músculos distais para verificação de melhores resultados a curto prazo.

Análise Baropodométrica

Em diparéticos espásticos, a distribuição de pressão nos pés se encontra alterada, prejudicando a base de sustentação na postura bípede e durante a marcha⁶. A distribuição da pressão média plantar encontrada nesse estudo, apresentou redução no antepé e aumento no mediopé esquerdo após 1 mês de terapia, indicando que esses pacientes tiveram uma melhor distribuição da pressão plantar ao transferir a concentração de maior pressão do antepé para o mediopé esquerdo. Isto esteve de acordo com a tendência do aumento de área de contato no

médiopé esquerdo. Por conseguinte, não foi possível comparar nossos resultados com outras pesquisas por não ter sido encontrado na literatura avaliação de baropodometria após BoNT-A e fisioterapia. Nossa hipótese é que possivelmente com maior tempo de terapia e novas aplicações de BoNT-A uma melhor distribuição das áreas e das pressões plantares podem também ser encontradas no retropé dos participantes.

Análise estabilométrica

O controle postural mantém a estabilidade e alinhamento adequado do corpo no espaço, mantendo o COP dentro dos limites da base de sustentação⁸. Crianças com PC apresentam maior área e comprimento de oscilação do COP comparadas com crianças de desenvolvimento típico^{17,18}. Isso se deve provavelmente pelos maiores ajustes posturais necessários para manter o equilíbrio.

A co-contração dos músculos está presente em pacientes com PC²⁷. Acredita-se que no período de 60 dias pós-terapias a tendência do aumento dos valores das variáveis do COP de OA tenham ocorrido por uma diminuição gradual da co-contração muscular nos membros inferiores e de forma contrária, na condição de OF, a co-contração aumentou, reduzindo a mobilidade das articulações, para evitar possíveis quedas, o que justificaria a tendência de redução da área de oscilação do COP na situação de OF encontrada em nossos resultados.

Nosso estudo reflete resultados de um tratamento a curto prazo, com menor frequência semanal em comparação com o que a literatura mostra com tratamentos mais intensivos com frequência semanal maior, de 3 a 5 vezes por semana, com duração de 30-90 minutos por dia^{2,23,28}. Isso ocorreu devido a tentativa de se adequar às características sócio-econômicas dos pacientes do SUS, onde há dificuldade de locomoção e acessibilidade a centros especializados de reabilitação com uma frequência diária maior. Acredita-se que resultados mais efetivos sejam alcançados em um tempo maior de terapia, na mesma frequência semanal, com ganhos funcionais mais gradativos.

Finalmente, algumas limitações deste estudo foram reconhecidas, incluindo o tamanho da amostra pequeno, com apenas um tipo de PC que limita a generalização dos resultados. Além disso, é necessário o acompanhamento de vários meses após o tratamento para avaliar o efeito duradouro da terapia associada. Portanto, estudos futuros são recomendados para investigar o

efeito a longo prazo na espasticidade e no controle postural após terapia de BoNT-A associada a fisioterapia em diferentes tipos de PC.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstrou que a fisioterapia associada à aplicação de BoNT-A proporciona uma redução da espasticidade dos músculos proximais dos membros inferiores de crianças com PC diparética espástica e melhora a descarga de peso através de uma melhor distribuição das pressões médias plantares. Porém, não melhorou o equilíbrio estático em 2 meses de terapia associada. Novas pesquisas, como a realização de ensaios clínicos, devem ser realizados para melhores confirmações dos resultados aqui encontrados.

REFERÊNCIAS

1. Oliveira LS, Golin MO. Técnica para redução do tônus e alongamento muscular passivo: efeitos na amplitude de movimento de crianças com paralisia cerebral espástica. *ABCS Health Sci.* 2017; 42(1):27-33.
2. Mahmood Q, Habibullah S, Babur MN. Potential effects of traditional massage on spasticity and gross motor function in children with spastic cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Pak J Med Sci.* 2019; 35(5):1210-1215.
3. Brasil. Ministério da Saúde. Diretrizes de Atenção à pessoa com Paralisia Cerebral. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2014.
4. Santos LPD, Golin MO. Evolução Motora de Crianças com Paralisia Cerebral Diparesia Espástica. *Rev Neurocienc.* 2013; 21(2):184-192.
5. Multani I, Manji J, Hastings-Ison T, Khot A, Graham K. Botulinum Toxin in the Management of Children with Cerebral Palsy. *Pediatric Drugs.* 2019; 21(4): 261–281.
6. Eid MA, Aly SM, Mohamed RA. Effect of twister wrap orthosis on foot pressure distribution and balance in diplegic cerebral palsy. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2018 Dec 1;18(4):543-550.
7. Ali MS. Does spasticity affect the postural stability and quality of life of children with cerebral palsy?. *J Taibah Univ Med Sci.* 2021;16(5):761-766.

8. Pavão SL, Nunes GS, Santos AN, Rocha NACF. Relationship between static postural control and the level of functional abilities in children with cerebral palsy. *Braz. J. Phys. Ther.* 2014; 18(04).
9. Strobl W, Theologis T, Brunner R, Kocer S, Viehweger E, Pascual-Pascual I et al. Best clinical practice in botulinum toxin treatment for children with cerebral palsy. *Toxins (Basel)*. 2015; 7(5):1629-48.
10. Flemban A, Elsayed W. Effect of combined rehabilitation program with botulinum toxin type A injections on gross motor function scores in children with spastic cerebral palsy. *J Phys Ther Sci.* 2018 jul; 30(7):902-905.
11. Novak I, Morgan C, Fahey M, Finch-Edmondson M, Galea C, Hines A et al. State of the Evidence Traffic Lights 2019: Systematic Review of Interventions for Preventing and Treating Children with Cerebral Palsy. *Curr Neurol Neurosci Rep.* 2020; 20(2):3.
12. Dewar R, Love S, Johnston LM. Exercise interventions improve postural control in children with cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol.* 2015 Jun;57(6):504-20
13. Moraes AG, Copetti F, Angelo VR, Chiavoloni LL, David AC. The effects of hippotherapy on postural balance and functional ability in children with cerebral palsy. *J Phys Ther Sci.* 2016 Aug;28(8):2220-6.
14. Rabello LM, Silva Jr. RA. Relação entre testes funcionais e plataforma de força nas medidas de equilíbrio em atletas. *Rev Bras Med Esporte.* 2014; 20 (3).
15. Baumfeld TS, Baumfeld DS, Dias C, Nery C. Advances of Baropodometry in Human Health. *Formosan Journal of Musculoskeletal Disorders.* 2018; 2(2):1011.
16. Paillard T, Noé F. Techniques and Methods for Testing the Postural Function in Healthy and Pathological Subjects. *Biomed Res Int.* 2015;2015:891390.
17. Grecco LAC, Tomita SM, Christovão TCL, Pasini H, Sampaio LMM, Oliveira CS. Effect of treadmill gait training on static and functional balance in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Braz. J. Phys. Ther.* 2013; 17(1).
18. Roque AH, Kanashiro MG, Kazon S, Grecco LAC, Salgado ASI, Oliveira CS. Análise do equilíbrio estático em crianças com paralisia cerebral do tipo diparesia espástica com e sem o uso de órteses. *Fisioter. Mov. Curitiba.* 2012; 25(2): 311-316.
19. Youn PS, Cho KH, Park SJ. Changes in Ankle Range of Motion, Gait Function and Standing Balance in Children with Bilateral Spastic Cerebral Palsy after Ankle Mobilization by Manual Therapy. *Children (Basel)*. 2020 Sep 18;7(9):142.

20. Graham HK, Rosenbaum P, Paneth N, Dan B, Lin JP, Damiano DL et al. Cerebral palsy. *Nature Rev Dis Primers*. 2016; 2:15082
21. Shamsoddini A, Amirsalari S, Hollisaz MT, Rahimnia A, Khatibi-Aghda A. Management of Spasticity in Children with Cerebral Palsy. *Iran J Pediatr*. 2014 Aug; 24(4): 345–351.
22. Mirska A, Kułak W, Okurowska-Zawada B, Dmitruk E. Effectiveness of multiple botulinum toxin sessions and the duration of effects in spasticity therapy in children with cerebral palsy. *Childs Nerv Syst*. 2019; 35(1): 141–147.
23. Juneja M, Jain R, Gautam A, Khanna R, Narang K. Effect of multilevel lower-limb botulinum injections & intensive physical therapy on children with cerebral palsy. *Indian J Med Res*. 2017; 146(2): 8–14.
24. 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. *J Int Med Res*. 2013; 41(3): 636-41.
25. Souza DP, Peixoto MMG, Oliveira SM, Azevedo B, Agranemam JPDS, Cavalcanti G, Oliveira TKG, Figueirêdo BB. Tratamento fisioterapêutico associado à utilização da toxina botulínica em pacientes com paralisia cerebral espástica: uma revisão integrativa. *Research, Society and Development*. 2021; 10(15): e337101522756.
26. Gomes CO, Golin MO. Tratamento Fisioterapêutico Na Paralisia Cerebral Tetraparesia Espástica, Segundo Conceito Bobath. *Revista Neurociências*. 2013; 21(2): 278–285.
27. Zarkou A, Lee SCK, Prosser LA, Hwang S, Jeka J. Stochastic resonance stimulation improves balance in children with cerebral palsy: a case control study. *J Neuroeng Rehabil*. 2018; 15: 115.
28. Schasfoort F, Dallmeijer A, Pangalila R, Catsman C, Stam H, Becher J et al. Value of botulinum toxin injections preceding a comprehensive rehabilitation period for children with spastic cerebral palsy: A cost-effectiveness study. *J Rehabil Med*. 2017; 49: 00–00.