



UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM MEDICINA -
BIOFOTÔNICA

ARIANE CRISTINA ZÖLL

FOTOBIMODULAÇÃO NO TRATAMENTO DE ESPASTICIDADE
EM CRIANÇAS COM DIAGNÓSTICO DE PARALISIA
CEREBRAL. ESTUDO CEGO, CONTROLADO, RANDOMIZADO.

SÃO PAULO, SP

2025



ARIANE CRISTINA ZÖLL

**FOTOBIMODULAÇÃO NO TRATAMENTO DE ESPASTICIDADE
EM CRIANÇAS COM DIAGNÓSTICO DE PARALISIA
CEREBRAL. ESTUDO CEGO, CONTROLADO, RANDOMIZADO.**

Tese Apresentada à Universidade
Nove de Julho, para obtenção do título
de Doutor em Medicina – Biofotônica
Orientadora: Profa. Dra. Rebeca
Boltes Cecatto

SÃO PAULO, SP

2025

Zöll, Ariane Cristina.

Fotobiomodulação no tratamento de espasticidade em crianças com diagnóstico de paralisia cerebral: estudo cego, controlado, randomizado. / Ariane Cristina Zöll. 2025.

123 f.

Tese (Doutorado) - Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2025.

Orientador (a): Prof^a. Dr^a. Rebeca Boltes Cecatto.

1. Paralisia cerebral. 2. Espasticidade. 3. Fotobiomodulação. 4. Terapia com laser de baixa intensidade. 5. Reabilitação.

I. Cecatto, Rebeca Boltes.

II. Título.

CDU 615.831

São Paulo, 23 de junho de 2025.

TERMO DE APROVAÇÃO

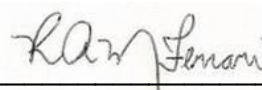
Aluno (a): Ariane Cristina Zöll

Título da Tese: "Fotobiomodulação no tratamento de espasticidade em crianças com diagnóstico de paralisia cerebral. Estudo cego, controlado, randomizado".

Presidente: PROF^a. DR^a. REBECA BOLTES CECATTO



Membro: PROF^a. DR^a. RAQUEL AGNELLI MESQUITA FERRARI



Membro: PROF^a. DR^a. LUCIANA MARIA MALOSÁ SAMPAIO



Membro: PROF^a. DR^a. CHRISTIANE PAVANI



Membro: PROF^a. DR^a. MÔNICA ROSAS DA COSTA IEMMA



AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, em especial a Jesus Cristo, por ser meu alicerce, minha força e minha inspiração em todos os momentos desta caminhada chamada Vida. Sua presença me sustentou, guiou meus passos e fortaleceu meu espírito diante dos desafios que surgiram ao longo dessa jornada acadêmica.

Agradeço, com profundo amor e gratidão, à minha família. Aos meus pais, Rita e Walther, por todo o amor, apoio incondicional, incentivo e pelos valores que me transmitiram, que foram essenciais na construção da minha trajetória pessoal e profissional. Ao meu esposo Fernando, a meus filhos Alice e Arthur, e demais familiares, que sempre torceram por mim, ofereceram palavras de encorajamento e me acolheram com carinho nos momentos em que precisei.

À minha orientadora, Professora Doutora Rebeca Boltes Cecatto, expresso minha mais sincera gratidão. Sua competência, dedicação, paciência e generosidade foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço por sua orientação rigorosa, sempre acompanhada de incentivo, disponibilidade e por me conduzir com maestria na busca pelo conhecimento científico e pela excelência acadêmica.

À Universidade Nove de Julho – UNINOVE, expresso meu reconhecimento e agradecimento pela oportunidade de realizar minha formação acadêmica, pelos recursos disponibilizados, pelo ambiente de ensino de excelência e por todo o suporte oferecido durante o desenvolvimento deste doutorado. A instituição foi fundamental na viabilização e realização deste trabalho.

Estendo meus agradecimentos a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho: participantes do estudo e seus responsáveis, colegas, professores, colaboradores, instituições, técnicos, amigos e demais envolvidos que, direta ou indiretamente, ofereceram seu tempo,

apoio, conhecimento e incentivo. Cada contribuição foi essencial para que esta etapa fosse concluída com êxito.

A todos, o meu mais sincero muito obrigado.

Agradeço, ainda, pela oportunidade singular de ter podido conhecer, estudar e me aprofundar em áreas de atuação médica de beleza e relevância imensuráveis, que unem ciência, tecnologia e cuidado humano. A Biofotônica, com seu potencial terapêutico inovador, representa um campo fascinante, capaz de transformar a prática clínica por meio da luz e da biotecnologia. Da mesma forma, a Fisiatria e a Fisioterapia, ciências dedicadas à reabilitação e à restauração funcional, traduzem, em sua essência, o compromisso com a promoção da autonomia, da dignidade e da melhoria da qualidade de vida das pessoas.

Poder atuar e contribuir, mesmo que no âmbito científico, para áreas que têm como missão aliviar o sofrimento, recuperar funções, e proporcionar esperança e bem-estar aos indivíduos, é, para mim, motivo de profunda realização, honra e orgulho.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, com todo o meu respeito, carinho e profunda admiração, a todas as crianças e adultos com diagnóstico de paralisia cerebral espástica. São vocês os verdadeiros protagonistas desta jornada. Suas lutas diárias, sua resiliência diante dos desafios e sua capacidade de enfrentar as limitações com coragem, leveza e, muitas vezes, com sorrisos que transbordam esperança, foram e continuam sendo minha maior fonte de inspiração.

Que este estudo, fruto de anos de dedicação, pesquisa e amor pela ciência e pela reabilitação, possa, de alguma maneira, contribuir para abrir caminhos, gerar conhecimento, proporcionar melhorias e fortalecer as possibilidades de uma vida mais plena, com mais autonomia, qualidade e dignidade. Cada página escrita carrega, silenciosamente, o desejo sincero de que a ciência se transforme em alívio, em oportunidade, em transformação real na vida de quem convive com os desafios da espasticidade.

Dedico, igualmente, aos cuidadores, responsáveis e familiares que, com amor incondicional, entrega, paciência e coragem, tornam-se verdadeiros pilares no processo de cuidado e reabilitação. São vocês que sustentam, diariamente, a esperança, o afeto e a motivação, muitas vezes invisíveis aos olhos da sociedade, mas absolutamente fundamentais para que cada conquista seja possível, por menor que ela pareça.

Dedico, também, a todos os profissionais que, movidos pela compaixão, pela empatia e pelo mais genuíno amor ao próximo, escolheram trilhar o caminho da reabilitação. Fisiatras, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais, fonoaudiólogos, enfermeiros, psicólogos, educadores físicos, assistentes sociais e tantos outros que, diariamente, emprestam seu conhecimento, sua escuta, suas mãos e seus corações a uma missão que vai muito além da técnica. A missão de cuidar, aliviar, acolher, fortalecer e, sobretudo, acreditar no potencial de cada ser humano, por mais desafiador que seja o caminho. Vocês se tornam instrumentos de transformação, esperança e superação na vida de tantas

peessoas e famílias. Que nunca lhes falte motivação, fé e amor na nobre missão de amenizar o sofrimento e promover qualidade de vida.

Que este trabalho represente uma singela contribuição a todos vocês, pessoas que vivem, cuidam, acreditam e lutam diariamente pela superação dos desafios impostos pela espasticidade.

RESUMO

A paralisia cerebral (PC) é uma síndrome não progressiva, permanente, de ocorrência na infância em que aproximadamente 80% dos pacientes cursa com espasticidade. A espasticidade, quando não tratada, pode gerar dor, alterações anatômicas e estruturais nos ossos, articulações, músculos, tendões e sinapses nervosas, com impacto negativo na qualidade de vida, participação social e funcionalidade deste indivíduo. A fotobiomodulação (FBM) apresenta efeitos biológicos de regeneração tecidual, relaxamento muscular, vasodilatação, redução do processo inflamatório e alívio de sintomas álgicos já descritos na literatura; além de ser factível, prática, segura, indolor e não invasiva. Objetivo: avaliar o efeito da FBM sobre a espasticidade local do músculo gastrocnêmio direito de crianças com PC espástica. Este é um estudo clínico cego, randomizado e controlado Método: 12 crianças com idade entre 2 a 18 anos, diagnosticadas com paralisia cerebral espástica de membros inferiores de qualquer etiologia há pelo menos 03 meses, selecionadas no Serviço de Fisioterapia da Universidade Nove de Julho foram randomizadas em dois grupos: Grupo FBM (n=7) com aplicação de LED terapia em baixa intensidade nos músculos gastrocnêmios medial e lateral direito (100mW de potência, 850nm, 1,5 J por ponto, aplicado em 02 pontos por músculo, por contato, durante 15 segundos) uma vez na semana, totalizando 08 dias terapêuticos; ou Grupo Placebo (n=5) (mesmos parâmetros e modo de aplicação, mas com o equipamento desligado). Ambos os grupos também receberam o tratamento padrão para espasticidade realizado pela equipe de saúde de reabilitação do hospital. A avaliação do efeito da terapia, para o desfecho primário foi medido pela Escala de Ashworth modificada (MAS), pelo Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade PEDI, a escala da Gross Motor Function Classification System (GMFCS) e a amplitude de movimento passiva do tornozelo analisadas ao final de cada sessão terapêutica da FBM e nos momentos pré e pós período terapêutico de 08 semanas. Resultado: uma análise preliminar piloto dos participantes incluídos (todos GMFCS IV ou V) não demonstrou diferença estatística entre os grupos para nenhum dos desfechos avaliados. As médias da MAS inicial para o grupo de FBM foi de $2,14 \pm 0,89$ e $2,2$

$\pm 0,44$ para o grupo Placebo, e final $0,86 \pm 0,37$ e $1,6 \pm 0,54$ para os grupos FBM e placebo respectivamente. Houve melhora da MAS significativa entre os momentos. Os participantes submetidos à FBM não apresentaram piora da espasticidade e não ocorreu nenhum evento adverso nem efeito colateral à FBM. O tamanho do efeito da FBM para a melhora da espasticidade, em comparação a FBM placebo associada ao exercício nestes participantes identificado com o η^2 do teste ANOVA foi de 0,171. Discussão: Novos estudos devem priorizar a FBM em uma população com GMFCSs menores, aplicação em locais com mínima atividade funcional detectável e sobretudo nas populações que apresentem contra-indicações ou que não tenham a oportunidade de realizar um tratamento de reabilitação integrado, para que a terapia seja avaliada em população alvo mais específica e com efeitos mais promissores. Conclusão: Este protocolo de FBM apresentou resultados positivos no tratamento da espasticidade de tríceps sural em crianças com Paralisia Cerebral de maneira segura. Neste estudo não foram observados eventos adversos a curto prazo, e o período terapêutico transcorreu com fácil realização e boa adesão dos participantes.

Palavras chave: Paralisia cerebral, Espasticidade, Fotobiomodulação, Terapia com laser de baixa intensidade, Reabilitação.

ABSTRACT

Cerebral palsy (CP) is a non-progressive, permanent syndrome that occurs in childhood and in which approximately 80% of patients develop spasticity. When left untreated, spasticity can cause pain, anatomical and structural changes in bones, joints, muscles, tendons and nerve synapses, with a negative impact on the quality of life, social participation and functionality of this individual. Photobiomodulation (PBM) has biological effects of tissue regeneration, muscle relaxation, vasodilation, reduction of the inflammatory process and relief of pain symptoms already described in the literature; in addition to being feasible, practical, safe, painless and non-invasive. Objective: to evaluate the effect of PBM on local spasticity of the right gastrocnemius muscle of children with spastic CP. This is a blinded, randomized, controlled clinical study. Method: 12 children aged 2 to 18 years, diagnosed with spastic cerebral palsy of the lower limbs of any etiology for at least 3 months, selected at the Physiotherapy Service of the Nove de Julho University were randomized into two groups: PBM Group (n = 7) with application of low-intensity LED therapy in the medial and lateral right gastrocnemius muscles (100mW of power, 850nm, 1.5 J per point, applied in 02 points per muscle, by contact, for 15 seconds) once a week, totaling 08 therapeutic days; or Placebo Group (n = 5) (same parameters and method of application, but with the equipment turned off). Both groups also received the standard treatment for spasticity carried out by the hospital's rehabilitation health team. The evaluation of the effect of therapy for the primary outcome was measured by the modified Ashworth Scale (MAS), the Pediatric Disability Assessment Inventory (PEDI), the Gross Motor Function Classification System (GMFCS) scale and the passive range of motion of the ankle analyzed at the end of each therapeutic session of PBM and in the pre and post therapeutic periods of 08 weeks. Result: a preliminary pilot analysis of the included participants (all GMFCS IV or V) showed no statistical difference between the groups for any of the evaluated outcomes. The initial MAS means for the PBM group were 2.14 ± 0.89 and 2.2 ± 0.44 for the Placebo group, and the final MAS was 0.86 ± 0.37 and 1.6 ± 0.54 for the PBM and placebo groups, respectively. There was a significant improvement in MAS between the moments. The participants

undergoing PBM did not present worsening of spasticity and there were no adverse events or side effects to PBM. The effect size of PBM for improving spasticity, compared to placebo PBM associated with exercise in these participants identified with $n = 2$ of the ANOVA test, was 0.171. Discussion: New studies should prioritize PBM in a population with smaller GMFCS, application in sites with minimal detectable functional activity and especially in populations that have contraindications or that do not have the opportunity to undergo integrated rehabilitation treatment, so that the therapy can be evaluated in a more specific target population and with more promising effects. Conclusion: This PBM protocol showed positive results in the treatment of triceps surae spasticity in children with Cerebral Palsy in a safe manner. In this study, no short-term adverse events were observed, and the therapeutic period was easy to perform and with good participant adherence.

Keywords: Cerebral palsy, Spasticity, Photobiomodulation, Low level laser therapy, Rehabilitation.

DESTAQUES

Este estudo é pioneiro em avaliar a ação da Fotobiomodulação na espasticidade de tríceps sural de participantes portadores de Paralisia Cerebral Espástica.

É também pioneiro em avaliar se esses resultados se correlacionam aos marcadores clínicos e de funcionalidade.

Este protocolo está desenhado de acordo com a diretriz CONSORT e fornece resultados de alta confiabilidade.

Os resultados deste estudo fornecem informações precisas em relação à segurança, tamanho de efeito, limitações.

Os resultados deste estudo podem ser usados no cálculo de amostra para estudos futuros nesta temática.

HIGHLIGHTS

This study is a pioneer in evaluating the Photobiomodulation on triceps surae spasticity in participants with Spastic Cerebral Palsy.

It is also a pioneer in evaluating whether these results correlate with clinical and functionality markers.

This protocol is designed in accordance with the CONSORT guideline and provides highly reliable results.

The results of this study provide accurate information regarding safety, effect size, limitations and sample calculation for future studies on this topic.

The results of this study can be used to calculate the sample size for future studies on this topic.

RESUMO PARA LEIGOS

A paralisia cerebral é uma condição que afeta o movimento e a postura desde a infância, e a maioria das crianças com esse diagnóstico apresenta espasticidade – uma rigidez dos músculos que pode causar dor e dificuldades de movimentação quando não tratada. Este estudo testou um tratamento inovador chamado fotobiomodulação (FBM), que usa luz LED de baixa intensidade para ajudar a relaxar os músculos e melhorar a função. Nosso estudo acompanhou 12 crianças com paralisia cerebral, divididas em dois grupos: um recebeu aplicações reais de FBM na panturrilha uma vez por semana durante dois meses, enquanto o outro grupo passou pelo mesmo procedimento, mas com o aparelho desligado (placebo). Todas continuaram fazendo fisioterapia normalmente. Os resultados mostraram que ambos os grupos apresentaram alguma melhora na rigidez muscular após o período avaliado, mas não houve diferença significativa entre quem recebeu a FBM real e o placebo. O tratamento se mostrou seguro, sem efeitos colaterais, e foi bem aceito pelas crianças e famílias no curto período avaliado. Como as crianças participantes tinham casos mais graves de limitação motora, os pesquisadores sugerem que estudos futuros testem a FBM em casos mais leves ou usando doses maiores de luz. Apesar dos resultados modestos, esta pesquisa abre portas para novas possibilidades de tratamento complementar, especialmente para crianças que não podem fazer a terapia padrão da fisioterapia para a espasticidade. Em resumo, a FBM mostrou-se uma opção segura que merece mais investigação, mas ainda não se provou superior ao tratamento convencional quando usada da forma testada neste estudo. Os estudos futuros continuarão explorando como melhorar essa técnica para ajudar crianças com paralisia cerebral a terem mais conforto e qualidade de vida.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 FOTO DO EQUIPAMENTO UTILIZADO NO ESTUDO	57
FIGURA 2 DESENHO ESQUEMÁTICO DO MODO DE APLICAÇÃO DA FBM NO MEMBRO INFERIOR DIREITO. MEMBRO INFERIOR EM VISÃO POSTERIOR E LATERAL RESPECTIVAMENTE, OS CÍRCULOS EM VERMELHO SÃO O LOCAL DE ESTIMULAÇÃO DA FBM.....	59
FIGURA 3 POSICIONAMENTO DO EQUIPAMENTO DURANTE A APLICAÇÃO DA FBM	60
FIGURA 4 TIMELINE CONSORT 2025 DE RECRUTAMENTO, AVALIAÇÕES, INCLUSÕES E INTERVENÇÕES REALIZADAS. FBM: TERAPIA DE FOTOBIMODULAÇÃO; GMFCS: GROSS MOTOR FUNCTION CLASSIFICATION SYSTEM; MAS: MODIFIED ASWORTH SCALE; PEDI: PEDIATRIC EVALUATION OF DISABILITY INVENTORY.....	62
FIGURA 5 FLUXOGRAMA CONSORT 2025 DO RECRUTAMENTO, AVALIAÇÕES, INTERVENÇÕES E ANÁLISE FINAL.....	66
FIGURA 6 GRÁFICO DE BARRAS DO TESTE DOS VALORES DE MÉDIAS DA ESCALA MAS ANTES E DEPOIS DA INTERVENÇÃO PARA AMBOS OS GRUPOS.	69
FIGURA 7 GRÁFICO COM OS VALORES DA MAS DOS PARTICIPANTES DO GRUPO DA FBM POR DIA TERAPÊUTICO. O EIXO X CORRESPONDE ÀS AVALIAÇÕES DE INÍCIO, DAS SESSÕES TERAPÊUTICAS DE 1 À 8 E FINAL RESPECTIVAMENTE. O EIXO Y CORRESPONDE AO VALOR DA MAS.	69
FIGURA 8 GRÁFICO COM OS VALORES DEMONSTRANDO A VARIAÇÃO DA MAS DOS PARTICIPANTES DO GRUPO PLACEBO POR DIA TERAPÊUTICO. O EIXO X CORRESPONDE ÀS AVALIAÇÕES DE INÍCIO, DAS SESSÕES TERAPÊUTICAS DE 1 À 8 E FINAL RESPECTIVAMENTE. O EIXO Y CORRESPONDE AO VALOR DA MAS.....	70
FIGURA 9 GRÁFICO COM OS VALORES DE MÉDIA DA MAS EM AMBOS OS GRUPOS AO LONGO DAS SESSÕES. O EIXO X CORRESPONDE ÀS AVALIAÇÕES DE INÍCIO, DAS SESSÕES TERAPÊUTICAS DE 1 À 8 E FINAL RESPECTIVAMENTE. O EIXO Y CORRESPONDE AOS VALORES DAS MÉDIAS DA MAS.....	70
FIGURA 10 GRÁFICO COM OS VALORES DAS MÉDIAS ESTIMADAS MARGINAIS DA MAS OBTIDAS COM O TESTE GEE NO MOMENTO PRÉ INTERVENÇÃO, NA QUARTA SESSÃO E NO MOMENTO PÓS INTERVENÇÃO PARA AMBOS OS GRUPOS.	71

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 COMPARATIVO DOS ESTUDOS DE TRATAMENTO DA ESPASTICIDADE COM FBM	39
TABELA 2 ESCALA DE ASHWORTH MODIFICADA (MAS).....	51
TABELA 3 PARÂMETROS DOSIMÉTRICOS PARA TERAPIA POR FBM	58
TABELA 4 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA COMO UM TODO BEM COMO POR GRUPOS	67
TABELA 5 VALORES DE MÉDIAS, DESVIO PADRÃO E OS VALORES MÍNIMOS E MÁXIMOS DA MAS INICIAL E FINAL PARA OS GRUPOS FBM E PLACEBO	67
TABELA 6 VALORES DE MÉDIAS DA MAS PARA OS GRUPOS FBM E PLACEBO OBTIDAS COM O TESTE ANOVA DE DUAS VIAS DE MÉDIAS REPETIDAS	68
TABELA 7 COMPARAÇÃO ENTRE OS MOMENTOS E ENTRE OS GRUPOS QUANTO AOS VALORES ENCONTRADOS NA MAS REALIZADA COM O TESTE ANOVA DE DUAS VIAS PARA MÉDIAS REPETIDAS	68
TABELA 8 APRESENTAÇÃO EM NÚMERO ABSOLUTO E PORCENTAGEM DE QUANTOS PARTICIPANTES RESPONDERAM CLINICAMENTE À TERAPIA APRESENTANDO MELHORA DA MAS DENTRE OS GRUPOS	71
TABELA 9 TESTES DE EFEITOS DO MODELO	72
TABELA 10 COMPARAÇÕES POR MÉTODO PAIRWISE – TEMPO.....	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADM – Amplitude de movimento

AMPc - Monofosfato de adenosina cíclico

ATP – Adenosina trifosfato

CaN - Calcineurina

CFCS - Communication Function Classification System

Cox – Citocromo c oxidase

EDACS - Eating and Drinking Ability Classification System

EVA – Escala Visual Analógica para dor

FBM – Fotobiomodulação (Photobiomodulation)

GABA - Ácido gama aminobutírico

GMFCS - Gross Motor Function Classification System-Expanded and Revised

GP – Grupo Placebo

GT – Grupo Tratamento

LLLT - Terapia com laser de baixa potência (Low-level Laser Therapy)

MACS - Manual Ability System

MAS - Escala Modificada de Ashworth (Modified Ashworth Scale)

MMP – Metaloproteinases de matriz

MyHC – Cadeia pesada de miosina

NO – Óxido nítrico

PBM – Fotobiomodulação (Photobiomodulation)

PC – Paralisia Cerebral

PEDI – Inventário de Avaliação pediátrica de Incapacidade (Pediatric Evaluation of Disability Inventory)

RNS - Espécies reativas de nitrogênio

ROS - Espécies reativas de oxigênio

SNC – Sistema Nervoso Central

Sumário

1	CONTEXTUALIZAÇÃO	19
1.1	A ESPASTICIDADE	19
1.2	A PARALISIA CEREBRAL ESPÁSTICA	20
1.3	O TRATAMENTO DA ESPASTICIDADE	22
1.4	A TERAPIA DE FOTOBIMODULAÇÃO	25
1.5	OS EFEITOS DA FOTOBIMODULAÇÃO NO MÚSCULO	29
1.6	OS EFEITOS DA FOTOBIMODULAÇÃO NA ESPASTICIDADE: REVISÃO DA LITERATURA.....	32
2	OBJETIVOS	43
3	METODOLOGIA.....	44
3.1	DESENHO	44
3.2	AMOSTRA:	44
3.3	RANDOMIZAÇÃO, ALOCAÇÃO E CEGAMENTO	46
3.4	AVALIAÇÕES E DESFECHOS:	47
3.4.1	<i>Avaliação inicial</i>	<i>47</i>
3.4.2	<i>Avaliações dos desfechos</i>	<i>49</i>
3.4.3	<i>Momentos e descrição das metodologias de avaliações dos desfechos:.....</i>	<i>50</i>
3.4.4	<i>Grupos Terapêuticos do Estudo e rotinas do Ambulatório.....</i>	<i>54</i>
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	63
4	RESULTADOS	65
5	DISCUSSÃO	75
6	CONCLUSÃO.....	79
7	REFERÊNCIAS	80
8	APÊNDICES	105
8.1	APÊNDICE 1 – TCLE	105
8.2	APÊNDICE 2 - TERMOS DE ASSENTIMENTO POR FAIXA ETÁRIA	109
8.3	APÊNDICE 3 - FICHA DE AVALIAÇÃO.....	114
9	ANEXOS.....	109
9.1	ANEXO 1 - CHECKLIST CONSORT 2025.	109
9.2	ANEXO 2 - PEDI (INVENTÁRIO DE AVALIAÇÃO PEDIÁTRICA DE INCAPACIDADE).....	111
	111
9.3	ANEXO 3 - ESCALA VISUAL ANALÓGICA PARA DOR (EVA).	115
9.4	ANEXO 4 - ESCALA GMFCS (GROSS MOTOR CLASSIFICATION SYSTEM).	116

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1 A ESPASTICIDADE

A palavra espasmo tem origem do Latim “SPASMUS” e do grego “SPASMÓS” que significa convulsão, contração; e “SPAN” que significa puxar uma espada ou uma corda, torcer com força, rasgar, contrair. Por definição, espasmo é uma contração involuntária, violenta e súbita, de um músculo ou grupo de músculos, acompanhada de dor, distorção e interferência com a função; câibra, convulsão e crispação (Michaelis Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa, 2015).

A espasticidade é uma desordem motora, caracterizada pelo aumento do tônus muscular e uma resistência ao estiramento muscular velocidade-dependente que se torna mais aparente com movimentos de alongamentos mais rápidos (Lin, 2003; Trompetto et al., 2014). É resultante da hiperexcitabilidade do reflexo de estiramento pela exacerbação dos reflexos tendinosos e o aumento do reflexo de estiramento tônico velocidade dependente (Lance, 1980), apresentada com a ativação muscular involuntária de forma intermitente ou sustentada (Pandyan et al., 2005).

Em estados patológicos da fibra muscular, como a espasticidade, as etapas relacionadas a contração e relaxamento da fibra não ocorrem corretamente, impedindo que a contração e o movimento muscular ocorram de maneira correta e funcional. A fisiopatologia do desenvolvimento da espasticidade é uma alteração no equilíbrio entre os estímulos inibitórios e excitatórios ao SNC em grupos de neurônios motores, que comprometem o estado de relaxamento da fibra muscular, impedindo, portanto, que o músculo se prepare para uma contração efetiva.

Há 3 locais de ocorrência fisiopatológica da espasticidade: (1) alteração da entrada aferente dos neurônios motores espinhais; (2) alterações dos arcos reflexos com hiperexcitabilidade dos neurônios motores; e (3) alterações internas dos neurônios motores (Petek, 2018). Uma vez que ocorreu dano cerebral central, haverá alterações adaptativas patológicas do controle muscular periférico (Berker et al., 2010), e surge a hiperatividade dos neurônios motores

alfa na medula espinhal e no encéfalo, que resulta em hipertonia muscular periférica mantida (Koman et al., 2004).

Se a espasticidade não for tratada pode gerar dor e alterações funcionais, anatômicas e estruturais nos ossos, articulações, músculos, tendões e junções nervosas (Moreau et al., 2009; Pierce et al., 2012), com impacto negativo na qualidade de vida, participação social e funcionalidade deste indivíduo (Colver et al., 2014; Ramstad et al., 2012).

É importante relatar que a espasticidade pode desempenhar um papel benéfico em situações específicas, por exemplo quando presente em combinação com fraqueza muscular ela pode ajudar o paciente a manter postura, ficar de pé ou andar devido seu tônus aumentado e rigidez do aparelho osteomuscular. Mas este quadro pode se alterar com o tempo (Royal College of Physicians, 2018). Desta forma, a avaliação do grau da espasticidade é importante para definição do tratamento (Johnson et al., 2008). Esta avaliação deve ser regular e o plano terapêutico deve ser readequado sempre que necessário (Royal College of Physicians, 2018).

1.2 A PARALISIA CEREBRAL ESPÁSTICA

A espasticidade é comumente encontrada em crianças com Paralisia Cerebral (PC) (Lin, 2003; Patel et al., 2024) estará presente em aproximadamente 80-75% destes pacientes (Odding et al., 2006; Ronan et al., 2007) . Ela pode contribuir com a limitação da função motora (Damiano et al., 2001), com impacto na capacidade de andar, função manual, alimentação e comunicação, que por sua vez influenciam o prognóstico e a expectativa de vida (Lin, 2003). A redução da massa muscular também é uma característica comumente observada nas crianças com PC (Malaiya et al., 2007).

O diagnóstico da PC espástica é clínico, iniciado com anamnese detalhada e exame físico do paciente (Petek, 2018; Rivelis et al., 2022). Sua clínica é caracterizada por dor, espasmos, contraturas, hiperreflexia, clônus, rigidez mantida, dificuldade de alongamento muscular, resposta plantar em extensão e presença de reflexos primitivos e deformidades dos membros a longo

prazo (Berker et al., 2010; Royal College of Physicians, 2018). Na PC, nos membros inferiores, a espasticidade afeta preferencialmente os músculos antigravitacionais e leva a diminuição na inibição da contração muscular ativa normal, ao aumento e liberação do reflexomiotendíneo profundo e do tônus muscular (Gracies, 2005a) com consequente hiperatividade do arco reflexo quando desencadeado por um estiramento muscular (Gracies, 2005a, 2005b). As regiões mais afetadas são os músculos flexores dos dedos, punho e cotovelo, e os músculos extensores do joelho e tornozelo. A espasticidade pode se manifestar de maneira focal ou generalizada. Quando focal acomete um único grupo muscular ou região funcional; será segmentar quando grupos musculares adjacentes estiverem afetados em um ou mais membros; e generalizada quando mais de dois membros afetados (Platz, 2021).

Independentemente da clínica, gravidade ou localização da espasticidade, a funcionalidade na PC depende em muito também da qualidade e capacidade funcional da musculatura como um todo, normotônica residual ou espástica.

A espasticidade na PC surge logo imediatamente após a instalação da lesão e perdura por toda a vida. Mas, ainda que os impactos sejam presentes em todo o ciclo de vida do paciente, é na criança durante o período da primeira infância que ela produz os efeitos de maior monta uma vez que durante estes anos a criança encontra-se em idade de crescimento e de aquisição de novas funções motoras como a marcha, o controle fino de movimentos, a adequação do tônus, dissinergias e o aprimoramento da coordenação (Bekius et al., 2021). Portadores de espasticidade não tratados nessa idade têm chance muito maior de desenvolver encurtamentos musculares, deformidades graves e incapacidade para a marcha na fase da adolescência e na idade adulta (Cappellini et al., 2016) do que pacientes que iniciaram o tratamento para a espasticidade nesse período. Estudos têm demonstrado que a funcionalidade do paciente portador da Paralisia Cerebral que não é submetido a um tratamento da espasticidade precocemente diminui com o aumento da idade, à medida que as complicações motoras se intensificam. Com o passar do tempo a espasticidade pode piorar os encurtamentos musculares e alterações ósseas e articulares (Hägglund et al., 2008; Willerslev-Olsen et al., 2013, 2018) impactando na capacidade funcional e no limitado potencial neurológico dessa

população. Eventualmente, os problemas podem piorar ainda mais a função motora das crianças e levar à indicação de cirurgias ortopédicas precoces. O manejo adequado e precoce da espasticidade pode retardar a necessidade de cirurgias até uma idade mais adequada, ou até eventualmente reduzir o número de procedimentos necessários (Graham et al., 2000; Strobl et al., 2015). Nesse sentido, o tratamento precoce da espasticidade em crianças que ainda não adquiriam marcha nem a maturação completa das funções neurológicas, antes dos 07 anos de idade, ou que estão em fase de maior crescimento, como na primeira infância, é a chave para a manutenção funcional a longo prazo (Sättilä, 2020) e postergam para uma idade de maior maturidade a indicação de procedimentos terapêuticos invasivos e /ou cirúrgicos. São esses pacientes que muito provavelmente irão mais se beneficiar de terapias capazes de melhorar a espasticidade, seja por uma melhor resposta muscular local, já que quanto menor o tempo de lesão, melhores as condições musculoesqueléticas locais e melhor a resposta ao tratamento, seja porque o tratamento precoce pode evitar a piora das complicações futuras que impactam a funcionalidade (Hou et al., 2022).

1.3 O TRATAMENTO DA ESPASTICIDADE

O tratamento da espasticidade tem como objetivos inibir a hiperatividade neuronal central, melhorar a função muscular, minimizar as complicações decorrentes desta condição, tais como a dor, subluxação articular e problemas articulares e melhorar a funcionalidade e qualidade de vida destes doentes, facilitando seus cuidados diários (Duncan et al., 2012; Smith et al., 2012; Tilton, 2004). O objetivo principal é melhorar a função motora para alcançar melhor capacidade de autocuidado tanto quanto for possível. Há diferentes tipos de tratamentos para reduzir a espasticidade, tais como fisioterapia, uso de órteses, medicações de uso oral ou injetáveis e intervenções cirúrgicas (Chung et al., 2011; Dabbous et al., 2016).

Mas apesar das inúmeras opções terapêuticas, ainda não há um tratamento satisfatório e de longa duração de escolha para a espasticidade, sobretudo nas crianças com paralisia cerebral espástica (Chung et al., 2011; Svedberg et al., 2003) e o tratamento base atual é a fisioterapia associada ao

tratamento farmacológico com antiespasmódicos (Lukban et al., 2009; Pennington et al., 2010).

O programa terapêutico da espasticidade se inicia com uma avaliação detalhada para determinar se a hiperatividade muscular está ajudando ou não o paciente em suas funções. Classicamente, a espasticidade pode ser medida clinicamente com o uso da Escala de Tardieu (Ansari et al., 2013; Numanoglu et al., 2012) ou através da Escala Modificada de Ashworth (Modified Ashworth Scale – MAS) (Bohannon et al., 1987).

As escolhas terapêuticas serão determinadas pelos achados clínicos como a gravidade de distribuição da espasticidade, medidas do desempenho motor, capacidade funcional e qualidade de vida (Koman et al., 2004; Tilton, 2004). Independente da estratégia escolhida para o cuidado é fundamental que seja discutido e alinhado com as expectativas do paciente e seu cuidador (Stroke Foundation, 2019).

A estimulação elétrica é uma técnica que também pode compor o tratamento da espasticidade ao utilizar uma corrente elétrica transmitida por eletrodos para ativação de músculos e nervos enfraquecidos pela ausência de estímulo. Em geral indicada para redução da dor, estimulação da via sensitiva e treino motor (Royal College of Physicians, 2018).

As imobilizações por gesso, bandagens, órteses e talas são também muito usadas na prática clínica (Adrienne et al., 2011; Andringa et al., 2013), apesar das evidências conflitantes em relação à segurança (Stroke Foundation, 2019). A sua utilização é indicada como forma de prolongar o alongamento dos músculos espásticos (Royal College of Physicians, 2018). A utilização de gesso seriado em membros inferiores pode contribuir na melhora da função de membros e é usada em crianças com PC (Preissner, 2002). As órteses são dispositivos usados externamente com o intuito de modificar a estrutura e a função musculoesquelética por aplicar forças externas contínuas durante seu uso (Ferré et al., 2020). São muito recomendadas para crianças e adolescentes pelo benefício de melhora da postura, da função do membro e da caminhada, prevenção ou retardo no desenvolvimento de contraturas, subluxações e lesões, alívio da dor e do desconforto. O uso de órteses deve ser monitorado para garantir sua utilização correta e resultados melhores (National Institute for Health and Care Excellence (NICE), 2012).

As opções de tratamento farmacológico mais utilizadas incluem relaxantes musculares, e benzodiazepínicos que podem causar efeitos colaterais indesejáveis sistêmicos como sonolência, confusão mental, dores de cabeça, convulsões além da necessidade frequente de ajuste na dose para população pediátrica (Chung et al., 2011; Santos et al., 2017).

O bloqueio neuromuscular local periférico com álcool fenol, anestésicos locais ou a toxina botulínica também podem ser realizados para casos selecionados. Os tratamentos injetáveis locais são vantajosos pois não levam a efeitos colaterais sistêmicos como as drogas orais, mas são tratamentos invasivos, muito dispendiosos, que dependem de mão de obra profissional qualificada e que tem como possível efeito colateral o surgimento de fraqueza excessiva do músculo tratado (Chung et al., 2011). Além disso, devido aos mecanismos locais de resistência imunológica e produção de anticorpos pelo paciente, têm efeito apenas temporário, levando a necessidade de bloqueios repetidos de 3 a 6 meses e apresentam, independentemente da dose utilizada, um efeito terapêutico teto e que diminui com o tempo após as inúmeras aplicações sequenciais.

Procedimentos cirúrgicos ortopédicos podem ser necessários para corrigir uma deformidade induzida pela espasticidade de longa data, no entanto, este procedimento deve ser postergado em média até 10 anos de idade da criança, momento em que a marcha é madura e o seu exame clínico ajuda na determinação da necessidade real do procedimento cirúrgico (Tilton, 2004). Estes procedimentos podem ser considerados como um complemento para as demais intervenções que visam a redução da espasticidade, podendo prevenir a deterioração e melhorar a função dos membros (National Institute for Health and Care Excellence (NICE), 2012).

Mas ainda hoje, as terapias físicas da reabilitação na fisioterapia e a terapia ocupacional são os elementos centrais de qualquer plano terapêutico de um indivíduo com PC (Chung et al., 2011; Goldstein, 2001). A fisioterapia inclui uma ampla gama de técnicas como por exemplo: técnicas de Bobath (Bobath, 1969; Knox et al., 2002), educação condutiva (Reddihough et al., 2008), equoterapia (Sterba, 2006), fisioterapias aquáticas (Getz et al., 2006), técnicas de Vojta (Barry, 1996), massagem (Stewart, [S.d.]), Programa de Adelphi Polish Suit (Bar-Haim et al., 2006), técnica de Kabat (Marques et al., 2001), a facilitação

proprioceptiva (Alencar et al., 2001; Ionta et al., 1987) e o movimento induzido por restrição (Charles et al., 2001; Huang et al., 2009a; Koman et al., 2004). De modo geral o alongamento muscular é dentre as técnicas de cinesioterapia a mais largamente utilizada e com benefícios comprovados no tratamento da espasticidade na PC. O alongamento muscular é definido como qualquer movimento que tem como objetivo estirar os tecidos moles por um tempo (Harvey et al., 2017). Nos casos de PC espástica, é usado para reduzir o encurtamento muscular e prevenir aparecimento de contraturas. Alguns estudos relatam que para ser eficaz é necessário que o alongamento seja feito por várias vezes diárias ou de forma contínua na espasticidade (Harvey et al., 2017; Katalinic et al., 2010). Na espasticidade o uso do alongamento tem a capacidade de produzir relaxamento da fibra muscular de maneira muito fisiológica além da manutenção do tamanho da fibra que tende ao encurtamento, já que permanece por longos períodos de tempo em contração e posição de encurtamento.

Em paralelo, a terapia por fotobiomodulação (FBM), anteriormente chamada de terapia com laser de baixa intensidade (LLLT), é uma forma de tratamento com princípio de aplicação de luz em comprimentos de onda específicos que apresenta inúmeros efeitos já estudados, sem malefícios ou prejuízos para quem a recebe. A sua aplicação é fácil e seletiva, permite a escolha da aplicação no músculo necessário apenas, sem efeito sistêmico.

Na prática clínica a FBM é usada para tratar uma ampla gama de lesões neuro musculo esqueléticas (Borges et al., 2013; Douris et al., 2006; Ferraresi et al., 2016), no tratamento de tecidos orais inflamados e ulcerados, dermatites, edema, queimaduras da pele e tratamento de doenças autoimunes articulares (Farivar et al., 2014; Santos et al., 2014). Sendo assim, pode levar a melhora do trofismo muscular, podendo ser utilizada em diversas patologias neuromusculares, dentre as quais a espasticidade (Stamborowski et al., 2021).

1.4 A TERAPIA DE FOTOBIMODULAÇÃO

A FBM é uma terapia que usa da luz para promoção de efeitos biológicos, com mudanças moleculares, celulares e teciduais, sem efeitos deletérios conhecidos, seja térmico, de toxicidade, ou de reações alérgicas. Além disso, ela

é fácil e prática de aplicar (Anders et al., 2015; De Freitas et al., 2016; Lin et al., 2010). Cada tecido irá responder de uma forma individualizada após a interação com a luz, a depender do tipo de célula que foi irradiada, do tipo de luz usada e dos parâmetros dosimétricos utilizados (De Freitas et al., 2016).

O princípio básico da terapia de FBM é a absorção da energia dos fótons por cromóforos ou enzimas. Os cromóforos são pigmentos que atuam como fotoceptores moleculares, eles absorvem os fótons e sua energia (Sutherland, 2002), ativam fatores de transcrição celular, e resultam em efeitos sobre moléculas e mecanismos específicos a cada célula que for aplicada (De Freitas et al., 2016). O principal cromóforo alvo é o citocromo c oxidase (Cox) presente nas mitocôndrias das células, que absorvem a luz principalmente no comprimento de onda vermelho e infravermelho próximo (Albuquerque-Pontes et al., 2015; Leal Junior et al., 2009).

A Cox é uma hemoproteína da membrana interna da mitocôndria com centro de cobre com um heme binuclear e é um componente terminal da cadeia respiratória de transporte de elétrons da mitocôndria, conhecida como complexo IV, que facilita a transferência dos elétrons para as moléculas de oxigênio, processo vital da bioenergética celular (Srinivasan et al., 2012). Esta hemoproteína foi proposta como o principal fotoceptor com espectro de absorção em diferentes estados de oxidação na faixa próxima ao infravermelho em células de mamíferos, com semelhante ação a resposta biológica (Karu et al., 2005).

O mecanismo de sinalização mitocondrial retrógrada que ocorre com a ativação da luz na faixa visível e infravermelha proposto por Tina Karu em 2008 (Karu, 2008) induz também alterações na síntese de ATP, no potencial redox intracelular, no pH e níveis de AMPc. Ocorrem alterações da permeabilidade da membrana celular com fluxo de íons (Karu, 2008).

A FBM aumenta a atividade dos complexos I, II, III, IV e succinato desidrogenase da cadeia de transferência de elétrons (De Freitas et al., 2016). Desta forma, a FBM aumenta a disponibilidade de elétrons para a redução do oxigênio molecular no centro catalítico da mitocôndria, aumentando o potencial de membrana e níveis de ATP, monofosfato de adenosina cíclico (AMPc) e espécies reativas de oxigênio (ROS) (Passarella, 1989; Wu et al., 2014). Segundo Baynes e Dominiczak (2015) (Baynes et al., 2015), o ATP é a “moeda

corrente do metabolismo”, pois possibilita a energia do metabolismo dos combustíveis seja usada no trabalho, no transporte e na biossíntese; sendo assim, ele é essencial na regulação da maioria dos processos no corpo humano (Hamblin et al., 2006). A maior disponibilidade de ATP acaba por ativar fatores de transcrição e tradução celular, responsáveis pelos efeitos benéficos da FBM (Farivar et al., 2014).

Além disso os níveis de óxido nítrico (NO) ficam aumentados, seja pela liberação de complexos metálicos da Cox ou pela regulação positiva da atividade de Cox como nitrito redutase (Poyton et al., 2011). A atividade da Cox é inibida por NO por uma competição reversível entre NO e O₂ (Antunes et al., 2004; Beltrán et al., 2000; Brown, 2001). Foi proposto e observado que a irradiação por laser reverte esta inibição por fotodissociação do NO de seus locais de ligação (Borutaite et al., 2000; Karu et al., 2005; Lane, 2006). A dissociação do NO da Cox aumenta a taxa de respiração (Karu et al., 2005; Lane, 2006) e também protege a célula contra a morte celular NO-induzida (Hamblin et al., 2006).

Em relação as espécies reativas do oxigênio, existem outros mecanismos moleculares da FBM envolvidos em sua ação biológica, como a “hipótese do oxigênio singleto” em que moléculas (Eichler et al., 2005; Friedmann et al., 1991) são convertidas, após a absorção do fóton, e nesse novo estado interagem com o oxigênio local transferindo energia e produzindo uma espécie reativa, o oxigênio singleto, que tem efeitos de proliferação e estimulação celular (Plaetzer et al., 2002). O segundo mecanismo é chamado “hipótese de alteração das propriedades redox” em que há alteração do metabolismo mitocondrial e ativação da cadeia respiratória, que também aumentam a produção de ânions superóxido O₂ (Lubart et al., 2005). As alterações no estado redox induzem a ativações de vias de sinalização intracelular, regulam a síntese de ácidos nucleicos e proteínas, ativam enzimas e induzem progressões no ciclo celular (Liu et al., 2005), e, portanto, nas alterações transcricionais (Alaluf et al., 2000; Kirilín et al., 1999; Yang et al., 1996).

O aumento do ATP e de prótons resulta em aumento da atividade dos canais de Na⁺/H⁺ e Ca²⁺/Na⁺ e das bombas de Na⁺/K⁺ e Ca²⁺. O ATP é o substrato para a adenil ciclase e controla o nível de AMPc. O AMPc e o Ca²⁺ são segundos mensageiros importantes em diversos processos do corpo

humanos, por exemplo a contração muscular, a coagulação sanguínea, a transferência de sinal nervoso e a expressão gênica (Hamblin et al., 2006).

Em relação as respostas celulares à irradiação com a luz relatam-se expressão de muitos genes envolvidos com diferentes funções (Song et al., 2003). A FBM induz aumento da proliferação de vários tipos celulares como queratinócitos (Sperandio et al., 2015), fibroblastos (Esmaeelinejad et al., 2014), células endoteliais vasculares (Szymanska et al., 2013), osteoblastos (Amid et al., 2014) e induz o estímulo a migração celular de tenócitos (Tsai et al., 2012), melanócitos (AlGhamdi et al., 2015), células tronco epidérmicas (Liao et al., 2014), fibras e células neuronais (Rochkind et al., 2009). Ela atua sobre a expressão de proteínas relacionadas com a proliferação e maturação das células epiteliais p63, CK10 e CK14 (Sperandio et al., 2015), colágeno tipo I por fibroblastos (Frozanfar et al., 2013), osteocina e mimecano por osteoblastos (Hamajima et al., 2003).

Além disso a FBM tem efeito citoprotetor demonstrado in vitro ao proteger células em risco de morte pelo tratamento com diversas toxinas, como por exemplo o metanol (Eells et al., 2003), cianeto (Liang et al., 2006), tetrodotoxina (Wong-Riley et al., 2005) e o peptídeo β -amilóide na Doença de Alzheimer (Zhang et al., 2012).

Desta forma a FBM produz efeitos biológicos variáveis, tais como a angiogênese, a regeneração tecidual, a redução das inflamações agudas e crônicas, o alívio da dor (Panhoca et al., 2015; Tomazoni et al., 2017), a redução na excitabilidade elétrica de culturas de células nervosas de ratos. Este estudo utilizou de 6 comprimentos de onda entre 490 e 685nm, e os pulsos de laser acima do fluxo de energia limiar reduziram significativamente a excitabilidade das células, a conclusão é que o resultado condiz com a absorção primária da luz por enzimas mitocondriais, seguido por liberação de cálcio mitocondrial no citoplasma (Olson et al., 1981).

A partir destes efeitos moleculares e celulares, há um grande número de trabalhos que demonstram também os efeitos clínicos da FBM em diversas doenças, lesões e condições agudas e crônicas locais ou sistêmicas (Hamblin et al., 2006). A fotobiomodulação apresenta ação sobre a inflamação por inibir a produção de prostaglandina E2 e a expressão de ciclooxigenase 1 e 2, e diminuir

o ROS intracelular que modula a expressão da fosfolipase A2 cálcio dependente (Lim et al., 2013).

A aplicação FBM para cicatrização de feridas demonstrou a indução da expressão de citocinas e fatores de crescimento responsáveis pela proliferação e migração de fibroblastos, aumento dos fatores de crescimento responsáveis pela neovascularização (Hamblin et al., 2006), fator de crescimento que induz síntese de colágeno pelos fibroblastos (Khanna et al., 1999) e indução dos fibroblastos a se transformarem em miofibroblastos que aceleram a contração da ferida (Medrado et al., 2003; Neiburger, 1999).

Dentre os efeitos da FBM observados no tecido cerebral danificado por impacto cortical controlado (Khuman et al., 2012), podemos citar benefícios cognitivos, melhora na memória e estímulo a novas conexões cerebrais pela luz (Xuan et al., 2015).

Estudos demonstram também a ação da FBM na redução da dor por bloqueio de condução dos nervos centrais e periféricos e pela liberação de endorfinas (Chan et al., 2012; Tanboga et al., 2011). Esta analgesia é devido a diversos efeitos da absorção da luz pela Cox, biomodulação, vasodilatação, estimulação da divisão celular, liberação de NO, aumento dos níveis de cortisol e síntese de proteínas, aumento da concentração de cálcio e aumento da atividade do antioxidante enzima superóxido dismutase (De Freitas et al., 2016). A FBM pode suprimir a sinalização da fibra aferente e modular a transmissão simpática para os neurônios do corno dorsal, inibindo também a substância P, com efeito de diminuição da dor de mais longo prazo (Yan et al., 2011).

1.5 OS EFEITOS DA FOTOBIMODULAÇÃO NO MÚSCULO

Inúmeros estudos têm sido publicados demonstrando os efeitos da estimulação com laser na contração muscular para diminuir níveis de fadiga do músculo esquelético, prolongar a atividade física e reduzir a dor muscular aguda ou crônica (Ferraresi et al., 2012; Stamborowski et al., 2021).

Na célula muscular, a FBM estimula a produção de ATP pela mitocôndria próxima aos túbulos T e cisternas de cálcio, e esta maior disponibilidade de ATP aumenta o funcionamento da bomba sódio-potássio e da bomba de cálcio, o que

previne o acúmulo extracelular de potássio (Kujawa et al., 2004; Nielsen et al., 2007). Um aumento no desempenho muscular é explicado pelo mecanismo de aumento da atividade da Cox e aumento da síntese de ATP (Ferraresi et al., 2015). O aumento na síntese de ATP após irradiação com luz foi demonstrado em diferentes músculos, tanto aqueles com metabolismo predominantemente aeróbico, quanto aqueles com metabolismo misto aeróbico e glicolítico (De Freitas et al., 2016; Ferraresi et al., 2015). Em 2023 Martinelli et al (Martinelli et al., 2022) em um estudo experimental demonstrou que o uso de FBM vascular (VPBM) e local, foram capazes de aumentar o tamanho da fibra muscular e melhorar a marcha durante o processo de hipertrofia com efeitos mais pronunciados quando a irradiação foi realizada sistemicamente.

Sobre o tecido muscular lesado, a FBM pode reduzir o estresse oxidativo e acelerar o processo de reparo após lesão aguda (Nascimento et al., 2021) por modular as quantidade de colágeno no local da lesão (De Souza et al., 2011; Rizzi et al., 2006; Silveira et al., 2013), atuar na inflamação modificando a expressão do fator de necrose tumoral alfa, cicloxigenase-2 (Liu et al., 2009; Mesquita-Ferrari et al., 2011; Rennó et al., 2011) e de interleucinas (Alves et al., 2016; Martinelli et al., 2022), diminuir ROS por menor peroxidação lipídica (Liu et al., 2009; Luo et al., 2013; Rizzi et al., 2006; Silveira et al., 2013), reduzir espécies reativas de nitrogênio (RNS) (Rizzi et al., 2006), diminuir de fatores nucleares relacionados à proteólise (Liu et al., 2009; Rizzi et al., 2006; Silveira et al., 2013), ativar de capilares e células satélites (Dourado et al., 2011) com aumento da produção de ATP pela cadeia respiratória para a síntese e reparação dos danos musculares (Silveira et al., 2009), auxiliar na reorganização das miofibrilas e do perimísio, reduzindo a fibrose (França et al., 2013), modular dos fatores de crescimento e dos fatores reguladores miogênicos e o aumento da angiogênese (Alves et al., 2014). Pode também induzir a recuperação osteomuscular após ferimentos, aumentando a síntese das metaloproteinases de matriz (MMP) e síntese de ATP local (Ferraresi et al., 2015). Ainda, aumenta a atividade da creatina quinase e o nível de receptores de acetilcolina nos músculos gastrocnêmios intactos in vivo e a síntese de DNA e creatina quinase em células musculares in vitro (Rochkind et al., 2013). Estes resultados são dependentes da lesão e dos parâmetros usados no tratamento, mas os achados

sugerem que a FBM é um excelente recurso terapêutico para o tratamento de lesões musculares em curto prazo (Alves et al., 2014).

Há estudos que utilizaram modelos experimentais para identificar os efeitos da FBM sobre o tecido muscular submetido ao estresse mecânico e metabólico do exercício, alguns com foco na resistência à fadiga e melhora do metabolismo energético muscular outros com foco no mecanismo de ação da FBM em reduzir danos e fadiga muscular (De Almeida et al., 2011; Liu et al., 2009).

Muitos ensaios em animais e clínicos relacionando FBM com exercício em humanos investigando os efeitos precoces desta terapia na performance muscular em exercícios de alta intensidade (De Almeida et al., 2012; De Marchi et al., 2012), e outros estudaram os efeitos tardios desta terapia (De Brito Vieira et al., 2012; Ferraresi et al., 2011, 2012).

O mecanismo de ação da FBM usada antes do exercício muscular é por efeito preventivo contra a disfunção mitocondrial e dano muscular mediado por ROS e RNS, pela modificação na expressão de isoformas de cadeia pesada de miosina (MyHC), calcineurina (CaN) e miostatina durante o processo de reparo (De Lima Rodrigues et al., 2018) e pela modulação do metabolismo energético (Baroni et al., 2010a, 2010b). Quando aplicada ao músculo esquelético antes do exercício, há recuperação e ganho de força muscular após o exercício, do que em músculo não submetidos ao tratamento da FBM prévio (De Paiva et al., 2016; Leal-Junior et al., 2015; Vanin et al., 2016). Há redução de mionecrose e células inflamatórias, aumento de vasos sanguíneos e fibras musculares imaturas, um aumento da atividade da MMP-2, modificações na deposição de colágeno com melhor organização e distribuição do colágeno (Ribeiro et al., 2015) e melhor resposta a reabilitação após uma lesão muscular (Vanin et al., 2016).

O trabalho de (Dos Reis et al., 2014) observou redução do lactato sérico, aumento do tempo que precede a fadiga e aumento do torque muscular com a aplicação do laser antes ou depois da fadiga, sendo o resultado mais pronunciado no grupo do laser pós-fadiga.

1.6 OS EFEITOS DA FOTOBIMODULAÇÃO NA ESPASTICIDADE: REVISÃO DA LITERATURA

A FBM no tratamento da espasticidade tem sido estudada em modelos clínicos de estimulação neurológica central, e/ou estimulação local periférica. As primeiras publicações clínicas no tema surgiram apenas na década de 1980. Na revisão sistemática publicada em 2021 por Stamborowski (Stamborowski et al., 2021) sobre o uso da FBM com laser em portadores de fadiga muscular ou espasticidade, 128 estudos foram incluídos para extração final de dados. Analisando os estudos, segundo Stamborowski (Stamborowski et al., 2021), apesar do número muito reduzido de ensaios clínicos e o pequeno número amostral de pacientes encontrados, a FBM pode contribuir para a recuperação de pacientes espásticos, uma vez que em estudos com modelos animais e humanos de estimulação da via neural e muscular normal pode aumentar a amplitude de movimento muscular, auxiliar no recrutamento de novas fibras musculares, aumentar a força muscular de contração e aumentar a condução do sináptica em fibras musculares espásticas. No entanto, o exato mecanismo de ação pelo qual a FBM pode interferir na espasticidade ainda não foi esclarecido (Stamborowski et al., 2021).

Clinicamente os efeitos são promissores ainda que a metodologia dos estudos publicados careça de mais avaliações controladas e randomizadas. Também não há consenso quanto ao melhor substrato anatômico alvo para uso da FBM nesses pacientes. Há estudos clínicos objetivando a estimulação e/ou a inibição da via neuronal central, da via neural periférica, bem como o uso da FBM como terapia de estimulação e preservação da função muscular.

Em 1985, em um estudo pioneiro, Walker (1985) (Walker, 1985) avaliou em um estudo duplo-cego, 21 indivíduos com paraparesia espástica devido a lesão crônica da medula espinhal T12 a L2 e que receberam irradiação transcutânea nos nervos radial, mediano e safeno com um laser de hélio-neônio (632,5 nm, por 40 segundos, 1mW, 20 Hz) ou tratamento laser placebo ou tratamento com estimulação elétrica. Como resultados, 1 h de estimulação elétrica produziu supressão completa de clônus que perdurou 30 min após a cessação da estimulação. Por outro lado, 45 min de estimulação produziu apenas supressão parcial, indicando que existe relação entre a duração da

estimulação e a magnitude do efeito. Cerca de 40 segundos de irradiação com o laser, também suprimiu o clônus totalmente mesmo após 30 minutos após o término da irradiação. Com um tempo de irradiação de 20 segundos ocorreu supressão parcial. O grupo controle sem irradiação não apresentou nenhum efeito no clônus. Cerca de 40 segundos de irradiação a laser, produziu efeitos na supressão do clônus da mesma magnitude vista após 1 h de estimulação elétrica. Este foi o primeiro estudo clínico que utilizou a FBM como técnica inibitória da via neural, aplicada em nervos periféricos, no tratamento da espasticidade, de maneira controlada. Além disso os autores observaram que mesmo a estimulação unilateral do nervo periférico pode produzir diminuição do clônus bilateral, sugerindo que mecanismos medulares de inibição possam também estar envolvidos na ação inibitória do laser na condução nervosa. Infelizmente os autores não descreverem em sua publicação outros parâmetros técnicos da estimulação que permitam a reprodução destes resultados em pacientes adultos ou crianças nem em outras etiologias de espasticidade como a PC. Pouco tempo depois, os autores Ushigome e colaboradores (Ushigome et al., 2008), também demonstraram a partir da estimulação nervosa periférica por FBM à laser, mudanças no tempo de condução neural (via eletroneuromiografia) de um grupo restrito de pacientes espásticos.

O estudo prospectivo descritivo de Asagai e colaboradores em 1994 (Asagai et al., 1994) envolveu uma série de 150 casos, na faixa etária de 10 meses a 20 anos de idade, com paralisia cerebral espástica que foram submetidos a aplicação da FBM nos pontos periféricos de acupuntura tradicional chinesa ou nos pontos periféricos referentes ao reparo anatômico dos nervos motores de músculos de membros superiores, inferiores e musculatura de tronco. A premissa do estudo baseou-se em dados recentes de neuroimagem demonstram que a estimulação de pontos de acupuntura modula atividades em áreas cerebrais relevantes para o processamento de sinais motores e pode induzir uma mudança na conectividade efetiva de áreas motoras e pode modular a conexão funcional do estado de repouso e atividade sensório-motora. Portanto a laser acupuntura agiria como uma técnica periférica de modulação da via neural central e periférica (Bai et al., 2009; Chau et al., 2009). O protocolo de Laser acupuntura compreendeu o uso de laser, modo contínuo, por contato, 810 nm, durante 15 a 30 segundos, com equipamento de potência entre 60 a 100mW,

e pontos de aplicação com área de $1,04 \text{ mm}^2$, com densidade de energia variando entre $88,55 \text{ J/cm}^2$ a $288,3 \text{ J/cm}^2$. Foram avaliadas as ADMs articulares angulares bem como o Teste de Thomas e avaliação clínica do padrão de marcha e da função manual. Todos os pacientes foram mantidos em uso de um programa convencional de fisioterapia. Apesar do uso de uma metodologia de avaliação subjetiva e qualitativa da funcionalidade e da espasticidade, os autores encontraram efeitos positivos da terapia com laser em diminuir a espasticidade muscular. Os autores referem ainda que embora não tenham sido descritos efeitos adversos diretamente relacionados ao Laser alguns pacientes submetidos a múltiplos pontos de estimulação concomitantes e aqueles submetidos a hiperestimulação inibitória dos pontos de acupuntura relataram algum grau de fadiga axial, o que sugere que em crianças, um número reduzido de pontos pode ter um melhor efeito funcional. Além disso o autor observou que os melhores resultados foram obtidos em pacientes que realizaram o tratamento da acupuntura em conjunto com as técnicas tradicionais de fisioterapia, sugerindo uma adjuvância destas terapias.

No estudo de Fadaie et al (Fadaie et al., 2002) foi usada a acupuntura laser escalpeana em crianças com PC com diversas incapacidades diferentes como mutismo, surdez e espasticidade. Foram feitas sessões 3 vezes na semana no início, depois 2 vezes na semana assim que se observava melhora e 1 vez na semana após 1 mês de tratamento, com irradiações de 10 a 25 segundos por ponto perfazendo um total de 05 minutos de terapia diária. A FBM melhorou a condição geral de funcionalidade das crianças com PC, foi seguro, indolor, teve boa adesão das crianças tratadas, e deu resultados rápidos. Os resultados melhores foram observados em crianças menores de 5 anos de idade. Em relação a espasticidade cerca de 37,5% dos pacientes apresentou importante melhora, 37,5% alguma melhora e 25% nenhuma melhora. Infelizmente o autor também não descreveu em sua publicação outros parâmetros técnicos da estimulação que permitam a reprodução destes resultados em pacientes adultos ou crianças.

O estudo clínico de Tsuchiya et al. (Tsuchiya et al., 2008) foi desenhado para avaliar um protocolo de FBM (830 nm, $16,2 \text{ J/cm}^2/\text{ponto}$, por 30 segundos de aplicação por ponto, com equipamento de 60mW de potência, uma vez/semana durante 10 semanas) para atenuar a espasticidade de 20 pacientes

portadores de PC. A FBM foi aplicada periféricamente, a partir dos reparos anatômicos no nervo obturador para portadores de espasticidade do músculo adutor do quadril, e do nervo tibial no caso de espasticidade do músculo tríceps sural. A FBM foi realizada por 10 sessões e a partir de uma escala subjetiva, clínica, desenhada para o estudo, o grau de modificação da espasticidade foi avaliado comparando-se os momentos pré e pós cada sessão terapêutica e comprando-se os momentos pré e pós todo o período terapêutico de 10 sessões. Foram avaliadas também presença de clônus de tornozelo antes e depois de cada irradiação, e a amplitude de movimento (ADM) da articulação do quadril e do tornozelo bem como mudanças no padrão de marcha dos pacientes e no grau de independência funcional a partir do relato dos próprios pacientes. Apesar do uso de uma metodologia de avaliação subjetiva e qualitativa dos efeitos e da espasticidade, sem um grupo controle comparativo, cerca de 70% dos pacientes referiram algum grau de diminuição do clônus ou de melhora funcional após o período de 10 semanas de uso, sendo que não foram encontrados efeitos adversos nem piora da espasticidade em nenhum paciente.

Também em 2008, Ushigome e colaboradores (Ushigome et al., 2008) examinaram a eficácia da FBM na atenuação da espasticidade do músculo tríceps sural em 15 pacientes com AVC crônico após o uso de FBM (infravermelho 830 nm, que fornece 1 W em onda contínua e irradiância de 670 mW/cm²). O laser foi aplicado com leve pressão na pele sobre o nervo tibial do lado afetado, 30 segundos por ponto (dose/ponto 20,1J/cm²) repetida 3 vezes com intervalo de 5 segundos entre as irradiações, duas sessões por semana durante 1 semana. Os pacientes foram avaliados a partir de uma escala subjetiva, auto aplicada pelo próprio doente, desenhada para o estudo e que graduou a espasticidade em 04 níveis. Ao final da semana, cerca de 73,3 % dos pacientes classificaram a espasticidade como melhorada ou totalmente ausente.

O estudo de Dabbous et al (Dabbous et al., 2016) incluiu 40 crianças com paralisia cerebral hemiplégica espástica de 1 a 4 anos de idade randomizados em grupos controle e laser acupuntura (650 nm com potência de 50 mW, 60 mW/cm², 30 segundos por ponto, 04 pontos de estimulação de acupuntura e densidade de energia de 1,8 J/cm², área do spot de 0,785 cm²). Ambos os grupos receberam fisioterapia por 3 meses. A comparação entre as medidas pré e pós-tratamento para os grupos de controle vs. acupuntura mostraram diferença

significativa no tônus muscular medida pela escala MAS em músculos flexores do punho e flexores plantares em favor do grupo acupuntura, enquanto a amplitude de movimento articular de punho e tornozelo não mostrou diferença estatística. A GMFCS não mostrou diferença significativa entre grupos nem entre os momentos.

O estudo de Putri et al (Putri et al., 2020) avaliou em um ensaio clínico com 60 crianças PC espásticas, na faixa de 2 a 10 anos, randomizadas em dois grupos, um deles placebo e o outro submetido a acupuntura laser (equipamento de 50mW de potência, 785nm, 1 J por ponto e 40 segundos de estimulação). Neste estudo a espasticidade foi medida pela MAS antes e no término das sessões. Os autores observaram redução significativa da MAS no grupo acupuntura ($p = 0,003$) comparado ao grupo placebo.

A partir de 2015 foram publicados também estudos com pacientes espásticos que analisaram desfechos funcionais e motores apesar de não avaliarem diretamente o grau de espasticidade muscular dos membros acometidos. Estes estudos são especialmente interessantes pois demonstram que o uso da fotobiomodulação em músculos espásticos é capaz de melhorar a função muscular independentemente de conseguir uma inibição neurológica que pudesse diminuir a espasticidade. Eles abrem uma nova janela de oportunidade no uso da FBM para tratamento da espasticidade indicando, assim como as terapias convencionais físicas na reabilitação fisioterapêutica, que a melhora da qualidade do substrato muscular, ainda que na fibra espástica, pode melhorar a funcionalidade de doentes neurológicos espásticos.

Em 2015, dos Reis et al (Dos Reis et al., 2015), analisou em um estudo clínico cego controlado, as respostas e adaptações imediatas do reto femoral e vasto medial de pacientes hemiparéticos espásticos, frente ao aumento do pico de torque e desencadeamento da fadiga muscular, após a aplicação da FBM. Este estudo teve a participação de 15 voluntários pós-AVE com espasticidade, de ambos os sexos, entre 40 e 80 anos. Para tanto, os voluntários passaram por três etapas consecutivas de avaliação (controle, placebo e laser). Todos realizaram testes de contração isométrica do lado hemiparético do paciente. A FBM (laser de diodo, 1100 mW 808 nm, área do ponto do feixe $0,0314 \text{ cm}^2$, $4,77 \text{ J/cm}^2/\text{ponto}$, 40 segundos por ponto, 4J por ponto, sendo 30 pontos por musculo e energia total de 120J por músculo com $3,18 \text{ W/cm}^2$) foi realizada em contato

com a pele, distribuindo-se pelo reto femoral e vasto medial, 30 pontos ao longo de ambos os músculos. Os pontos de irradiação foram demarcados a uma distância de 2 cm entre eles para garantir a irradiação total dos músculos. Esse estudo foi pioneiro em utilizar um protocolo de FBM aplicado como terapia de modulação das fibras musculares espásticas e não como inibidor da via neural. Diferenças significativas foram observadas quanto ao aumento do desempenho muscular ($p = 0,0043$) e redução da concentração de lactato sanguíneo dos músculos pós-FBM comparando-se os momentos pre e pós terapia e os grupos placebo e laser ($p < 0,0001$). A FBM apresentou a melhora da função motora e da qualidade da função muscular de pacientes neurológicos em músculos espásticos.

Em 2016, das Neves e colaboradores (Das Neves et al., 2016) analisaram o efeito da aplicação de FBM em músculos espásticos em um ensaio clínico duplo cego de 15 adultos voluntários com espasticidade pós-AVE, e todos foram submetidos a três fases consecutivas (controle, placebo e FBM real), nas quais foram realizados testes de resistência isométrica do membro inferior hemiparético. Um protocolo de FBM (laser de diodo, 100 mW 808 nm, área do ponto do feixe $0,0314 \text{ cm}^2$, $127,39 \text{ J/cm}^2/\text{ponto}$, 40 s, $3,18 \text{ W/cm}^2$, cerca de 30 pontos por músculo em vasto medial e reto femoral) foi aplicado antes do teste de resistência isométrica. Após a intervenção foi observada uma redução significativa na escala visual analógica para intensidade da dor ($p = 0,0038$), aumento do tempo para o início da fadiga muscular ($p = 0,0063$) e aumento do pico de torque no teste de resistência isométrica ($p = 0,0076$), parâmetros relacionados a função muscular, sugerindo portanto que a aplicação da FBM pode contribuir para aumentar o recrutamento de fibras musculares e aumentar o tempo de início da fadiga muscular espástica, melhorando a funcionalidade destes pacientes.

Os estudos de Santos e colaboradores (Santos et al., 2015, 2016, 2017a) avaliaram a eficiência da terapia com FBM aplicada nos músculos masseteres de crianças com PC espástica. Em 2015 os autores publicaram um relato de caso inicial com uso de FBM $808 \pm 3 \text{ nm}$, $5,0 \text{ J/cm}^2$ com 20 segundos de exposição/local. A área do músculo masseter irradiado bilateralmente foi o ponto médio no sentido da sua extensão e largura. Foram realizadas seis sessões, com intervalo de 7 dias entre elas. Ao final da sexta sessão da FBM, a responsável

relatou que a criança dormia melhor, apresentava redução no número de movimentos involuntários realizados pela mandíbula e a realização da higiene bucal era possível sem expressão dolorosa da criança. Durante a palpação observou-se menor hipertonia em masseter bilateral, ganho em espessura, e aumento na distância inter-incisal de 7 mm. A partir deste caso, os autores publicaram em 2016 um estudo clínico com 30 crianças com PC avaliando a força da mordida dos músculos mastigatórios e a amplitude de abertura da boca antes e após o uso de um protocolo de laser (808nm 2X por semana, três semanas consecutivas, 120 mW de potência, com $3,0 \text{ J/cm}^2$, por 20 segundos de estimulação, área de irradiação de 4 mm^2 sendo 3 W/cm^2 e 2.4 J de energia total por aplicação). Uma melhora significativa na amplitude de abertura da boca e uma diminuição no tônus de masseter foram observadas nas semanas seguintes FBM ($P < 0,05$) ainda que 06 semanas após o término da terapia a amplitude de abertura bucal e o tônus tenham voltado a valores equivalentes aos obtidos antes da primeira aplicação de FBM.

Em 2020, das Neves e colaboradores (Das Neves et al., 2020) analisaram os efeitos de duas terapias distintas na espasticidade do bíceps de pacientes hemiparéticos crônicos. Foram analisadas a amplitude de movimento do cotovelo, o torque muscular e eletromiografia após 10 sessões de FBM (Laser 100 mW, 808 nm, $159,24 \text{ J/cm}^2/\text{ponto}$, 5 J/ponto) ativo ou placebo associado ao tratamento funcional assistido por exoesqueleto. Este ensaio clínico duplo-cego controlado por placebo foi conduzido com 12 voluntários saudáveis adultos e 15 pacientes adultos pós-AVC que apresentavam espasticidade de membros superiores. Os voluntários saudáveis realizaram apenas o protocolo de avaliação, e os voluntários pós-AVC participaram de três fases consecutivas (FBM, FBM + exoesqueleto, placebo + FBM) com período de washout de 4 semanas entre cada fase. Foram observados aumentos significativos na amplitude de movimento do cotovelo após FBM de $57,7 \pm 14$ para $84,3 \pm 27,6$ graus ($p < 0,001$) sugerindo que a aplicação de FBM pode contribuir para um aumento da amplitude de movimento do cotovelo e recrutamento de fibras musculares, aumento da força muscular e, portanto, melhora na condução do sinal nas fibras musculares espásticas em pacientes neurológicos.

A seguir um resumo comparativo destes estudos que trataram a espasticidade com FBM na **Tabela 1**.

Tabela 1 Comparativo dos estudos de tratamento da espasticidade com FBM

Autor, Ano Tipo do estudo	Diagnóstico e idade	Irradiação realizada e parâmetros	Conclusão
Stamborowski, 2021 Revisão Sistemática (128 estudos)	FBM em portadores de fadiga muscular ou espasticidade	Não se aplica	Aumenta amplitude de movimento muscular Auxilia no recrutamento de novas fibras musculares Aumenta força de contração Aumenta condução sináptica Não esclarece o mecanismo exato
Walker, 1985 Estudo duplo- cego (21 participantes)	Paraparesia espástica por lesão crônica da medula espinhal T12 a L2	Irradiação transcutânea dos nervos radial, mediano e safeno: 623,5nm 40seg 1mW 20Hz	Estimulação nervosa periférica promove mudanças no tempo de condução neural
Asagai, 1994 Estudo prospectivo descritivo (Série 150 casos)	PC espástica (pacientes de 10 meses a 20 anos de idade)	Irradiação nos pontos periféricos de acupuntura tradicional chinesa ou pontos referentes ao reparo anatômico dos nervos motores: 810nm 15 a 30seg 60 a 100mW 88,55 a 288,5J/cm ²	Supressão dos espasmos musculares tônicos daqueles sem contratura severa da articulação; O efeito de 1 única sessão durou de 1 a algumas horas nos pacientes com PC severa, defende como terapia adjuvante; Sugere efeito sistêmico por mediação do sistema nervoso simpático em adição ao efeito de radiação local

Fadaie, 2002 Ensaio Clínico (29 participantes)	Crianças (5 meses a 11 anos de idade) com PC com diferentes incapacidades (mutismo, surdez e espasticidade)	Acupuntura laser escalpeana: 1 a 3 sessões por semana, 10 a 25seg por ponto com 5 min de terapia diária. Não descreve os parâmetros técnicos de estimulação	Relata melhores resultados em crianças menores de 5 anos de idade
Tsuchiya, 2008 Ensaio Clínico desenhado para avaliar protocolo de FBM (20 participantes)	PC com espasticidade do músculo adutor do quadril e músculo tríceps sural	Aplicação periférica nos reparos anatômicos no nervo obturador e nervo tibial: 830nm 30seg 60mW 16,2J/cm ² ponto 1x na semana por 10 semanas	70% dos participantes relataram diferença com a FBM A duração destes efeitos é curta/passageira
Ushigome, 2008 Ensaio clínico (15 participantes)	AVC crônica com espasticidade do músculo tríceps sural	830nm 30seg 1W 20,1J/cm ² 3x 5seg de intervalo 2x na semana	A FBM foi efetiva na diminuição da espasticidade para 11 dos 15 participantes; Parece ter melhor efetividade no participante com melhor relacionamento médico- paciente
Dabbous, 2016 Ensaio Clínico controlado randomizado (40 participantes)	PC hemiplégica espástica (crianças de 1 a 4 anos de idade)	650nm 30seg 50mW 1,8J/cm ² 60mW/cm ² 4 pontos de estimulação a acupuntura	Conclui que a acupuntura laser teve efeito em reduzir a espasticidade pois apresentou melhora significativa comparado àqueles tratadas somente com fisioterapia

Putri, 2020 Ensaio Clínico randomizado unicego (52 participantes)	Crianças de 2 a 10 anos com PC espástica	Laser acupuntura: 785nm 40seg 50mW 1J por ponto	Reduziu espasticidade
Dos Reis, 2015 Estudo clínico duplo-cego controlado (15 voluntários)	Adultos de 40 a 80 anos pós-AVC com espasticidade	FBM com terapia de modulação das fibras musculares espásticas: 808nm 40seg 100mW 4,77J/cm ² por ponto 3,18W/cm ² 4J por ponto 30 pontos pelo musculo 120J energia total por músculo vasto medial e reto femoral	Melhora na performance muscular; Redução da concentração do lactato sérico; Contribuiu com a melhora da função motora do paciente
Santos, 2015 Relato de Caso	PC espástica criança com 12 anos	Laser diodo de baixa intensidade aplicado no músculo masseter: 808nm 20seg 5J/cm ² por ponto 6 sessões 1x na semana	Aumento da espessura do músculo masseter, aumento na amplitude da abertura da boca e redução do tônus muscular Sugere que FBM pode ser efetivo em reduzir a espasticidade do músculo masseter
Santos, 2016 Estudo longitudinal (30 participantes)	PC espástica crianças com 8 a 14 anos	Laser diodo de baixa intensidade aplicado no músculo masseter: 808nm 20seg 120mW 3J/cm ² 3W/cm ² 2,4J de energia total por aplicação 2x na semana por 3 semanas	Melhora significativa na amplitude de abertura da boca e diminuição da força de mordida; Comprimento de onda de 808nm mostra ser efetiva como ferramenta terapêutica a curto prazo (3 semanas)

Santos, 2017 Ensaio clínico de 3 braços (52 participantes)	PC espástica crianças com 5 a 17 anos	Laser diodo de baixa intensidade aplicado no músculo masseter: 808nm 20seg 120mW 3J/cm2	Aumento da amplitude de abertura da boca; Aumento da espessura do masseter; Diminuição dos efeitos da espasticidade; Reduziu o impacto da espasticidade
Das Neves, 2020 Ensaio duplo- cego controlado placebo (15 voluntários)	Adultos pós- AVE com espasticidade de membro superior	808nm 100mW 159,24J/cm2 por ponto 5J por ponto	Aumento de arco de movimento do cotovelo; Recrutamento de fibras musculares; Aumento da força muscular; Aumento da condução de sinal nas fibras musculares espásticas

Juntos, estes estudos sugerem que a FBM tem demonstrado potencial como terapia adjuvante a fisioterapia no tratamento da espasticidade da PC, seja modulando a via neural, seja estimulando diretamente a fibra muscular para obtenção de melhores parâmetros de contração, função, nutrição ou resistência a fadiga da musculatura espástica.

Partindo destas premissas, o objetivo deste estudo foi avaliar a ação da FBM na espasticidade dos músculos gastrocnêmios medial e lateral direito de crianças com Paralisia Cerebral Espástica, tanto na redução do grau de espasticidade quanto a melhora funcional do participante.

2 OBJETIVOS

O objetivo principal deste estudo foi de avaliar o efeito da FBM na espasticidade dos músculos gastrocnêmios medial e lateral direito de crianças com Paralisia Cerebral Espástica, tendo como desfecho primário a alteração no grau de espasticidade do músculo que será avaliada pela Escala Modificada de Asworth (MAS).

Nossa hipótese é que a FBM tem efeito em reduzir o grau de espasticidade em pacientes pediátricos com paralisia cerebral espástica em reabilitação, melhorando a amplitude de movimento (ADM) articular e a funcionalidade destes pacientes e atuando como terapia adjuvante e potencializador ao tratamento da fisioterapia convencional.

3 METODOLOGIA

3.1 Desenho

Este foi estudo um estudo de fase II, preliminar, cego, randomizado e controlado, realizado no Serviço de Fisioterapia da Universidade Nove de Julho (UNINOVE) Brasil. Foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Nove de Julho com o CAAE 66626422.8.0000.5511 em 10 de agosto de 2023 e registrado na Plataforma *Clinical Trials* para Registro de Protocolos de Estudos Clínicos (www.clinicaltrials.gov) do *National Institute of Health* (NIH) americano com o número NCT06536751. Este protocolo está em conformidade com a Diretriz CONSORT (Moher et al., 2010) para desenhos de protocolos clínicos de intervenção e com as diretrizes de ética em pesquisa seguindo a Declaração de Helsinque (World Medical Association Declaration of Helsinki, 2022). O checklist CONSORT 2025 deste estudo encontra-se no **Anexo 1**.

3.2 Amostra:

Não existem estudos prévios publicados com o uso da FBM nessa população, nessa localização, para avaliação dos desfechos escolhidos. Desta forma, utilizando o estudo de Chen et al. (Chen et al., 2019) que avaliou a reprodutibilidade e validade da escala de Asworth em pacientes espásticos, encontrando como valores de média de 1,7 e valores de D.P. de 1,3 e considerando o valor da mínima diferença clinicamente significativa de 0,43, realizamos o cálculo da amostra com o software G-Power encontrando como amostra mínima cerca de um total de 24 pacientes. Considerando 20% de perdas, calculamos um total ideal de 28 participantes, sendo 14 por grupo.

Critérios de inclusão da amostra:

- Idade entre 2 a 18 anos;
- Diagnóstico de paralisia cerebral espástica acometendo membros inferiores, de qualquer etiologia, há pelo menos 03 meses.

Critérios de exclusão ou descontinuidade:

- Paciente com deformidades anatômicas fixas de tornozelo que não permitam uma movimentação articular de tornozelo de pelo menos 90 graus de amplitude;
- Portadores de desnutrição;
- Pacientes que apresentem quadros clínicos agudos com potencial para aumentar a espasticidade como fraturas agudas, úlceras cutâneas, infecções agudas;
- Portadores de doença do refluxo gastroesofágico grave;
- Portadores de outro tipo de distúrbio do movimento ou tônus;
- Pacientes que possuem tumoração exposta no local a ser irradiado;
- Indivíduos com histórico de fotossensibilidade à terapia fotônica ou a luz;
- Pacientes que possuam lesões não diagnosticadas na região de tratamento;
- Pacientes que utilizam medicações ou cremes tópicos fotosensibilizantes;
- Aplicação de botox no músculo gastrocnêmio direito durante o estudo ou há 6 meses ou menos do início do estudo;
- Abandono do tratamento fisioterapêutico de acompanhamento, ainda que mantendo uso da FBM de acordo com o protocolo do estudo;
- Qualquer efeito adverso ao uso da FBM;
- Morte;
- Retirada do TCLE.

Crianças, assim como recém-nascidos, lactentes e adolescentes, são consideradas participantes vulneráveis de pesquisas. Apesar disso, investigações pediátricas são essenciais para melhorar os resultados de saúde das crianças. De acordo com Burns, Spriggs e Caldwell, e Brierley e Larcher (Brierley et al., 2010; Burns, 2003; Spriggs et al., 2011), não é ético negar a essa população os benefícios de novas intervenções ou novas drogas. Na ausência de ensaios clínicos específicos, médicos, famílias e autoridades sanitárias são forçadas a extrapolar os resultados de estudos com adultos. Isso gera uma série

de problemas, pois crianças não são pequenos adultos e, a depender do grau de amadurecimento, podem demonstrar diferentes respostas (inclusive danosas) a uma intervenção. Assim, dados obtidos em estudos com adultos não são diretamente extrapoláveis. Não incluir crianças em investigações negando-lhes os benefícios dos frutos da pesquisa, viola o princípio da justiça.

O estudo optou por incluir pacientes com idade inferior aos 06 anos, que já se encontram em reabilitação para tratamento da espasticidade, já que estes podem ter os melhores benefícios no caso dos efeitos positivos da FBM no músculo espástico. Além disso, uma vez que os parâmetros de estimulação escolhidos se parametrizaram por estudos em população na mesma faixa etária não é esperado que possíveis efeitos adversos sejam maiores em participantes abaixo dos 06 anos, seguindo, portanto, os princípios da beneficência, não maleficência e justiça.

3.3 Randomização, Alocação e Cegamento

Após a aplicação do TCLE (**Apêndice 1**) para o responsável do participante e do Termo de Assentimento para a criança adequado à faixa etária da mesma (**Apêndice 2**), aqueles que foram incluídos no estudo foram randomizados e alocados em um dos dois grupos. A randomização foi realizada por blocos no software online Research Randomizer <https://www.randomizer.org/>, que gera uma lista aleatória, sequencial de randomização. Cada participante foi alocado no grupo correspondente ao obtido na lista de randomização, apenas o avaliador responsável pela alocação e pela aplicação da terapia soube a qual grupo o participante pertence, o participante e seu responsável foram cegados durante todo o estudo. Os grupos de alocação foram: o grupo tratamento [uso da terapia FBM + alongamento + tratamento padrão individualizado padrão do hospital] e o grupo placebo [Uso de Terapia FBM placebo + alongamento + tratamento padrão individualizado do hospital]. Para a alocação, envelopes opacos foram identificados, contendo a informação do grupo experimental no seu interior, sendo selados e permanecendo lacrados até o momento do tratamento. Imediatamente antes do tratamento o pesquisador responsável pelo tratamento abria o envelope e realizava o procedimento

indicado. Tanto o participante quanto seu responsável ficaram cegos quanto à intervenção aplicada. O participante fez uso de óculos de proteção específico para o comprimento de onda durante a aplicação, cujas lentes são de coloração verde escuras, dificultando a visão do procedimento, e foi mimetizada a aplicação da FBM para o grupo Placebo, imitando sua aplicação encostando o probe na pele no dois pontos de aplicação respeitando o tempo de irradiação em cada ponto, mas com o equipamento desligado e o som de acionamento do equipamento imitado por gravação. O acompanhante do participante permaneceu fora da sala de atendimento da fisioterapia, mantendo, desta forma, o cegamento quanto à intervenção.

3.4 Avaliações e Desfechos:

3.4.1 Avaliação inicial

Avaliação clínica presencial na fisioterapia para identificar presença ou não da espasticidade e quanto aos critérios de elegibilidade do estudo (a ficha de avaliação pode ser vista integralmente no **Apêndice 3**). Na mesma ocasião, aqueles considerados elegíveis para o estudo, foram orientados quanto ao protocolo de pesquisa e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos responsáveis e assinatura do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido pelos menores de idade.

Nessa avaliação foram também avaliados e pontuados os aspectos relacionados no item Interação Social do Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade (Pediatric Evaluation of Disability Inventory – PEDI) que avalia aspectos da independência cognitiva de crianças com deficiência. O PEDI foi elaborado com o objetivo de mensurar os ganhos da criança em participar de atividades do dia a dia ao oferecer informações detalhadas sobre incapacidade e a necessidade de assistência do cuidador no desenvolvimento das atividades em três áreas: o autocuidado, mobilidade e a função social (Teles et al., 2016). A versão brasileira traduzida e adaptada à nossa cultura do PEDI está em **Anexo 2** (Haley et al., 1992). O inventário PEDI é a principal escala utilizada hoje nos serviços de reabilitação para crianças com múltiplas deficiências utilizado na

avaliação de habilidades e grau de independência nas diversas esferas que impactam a qualidade de vida, funcionalidade e autonomia. É padronizado e utilizado em mais de 50 países, traduzido e validado para língua portuguesa e aplicado a partir de observações do examinador e perguntas feitas aos participantes e cuidadores.

O item Função Social da PEDI demonstra habilidades cognitivas e a necessidade de suporte externo do cuidador em 05 grandes domínios. Inicialmente diversos aspectos da cognição como compreensão do significado da palavra, compreensão de sentenças complexas, uso funcional da comunicação, complexidade da comunicação expressiva, resolução de problemas, jogo social interativo, relação com amigos externos, brincadeira com objetos, auto informação, orientação temporal e espacial entre outras funções cognitivas são avaliadas quanto a realização ou não realização por parte da criança, recebendo pontuações “Zero” ou “01”. Esses aspectos são então agrupados por afinidade nos 05 domínios do Item de Interação Social:

- COMPREENSÃO FUNCIONAL
- EXPRESSÃO FUNCIONAL
- RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS
- BRINCAR COM COMPANHEIRO
- SEGURANÇA

A partir da pontuação obtida na somatória dos valores encontrados nas avaliações de cada aspecto individualmente, estes domínios recebem qualificadores (classificadores) a cerca do grau de independência e necessidade de ajuda do cuidador do seguinte modo:

Grau de Independência para cada domínio:

Pontuação final:

5 = independente

4 = Supervisão

3 = Assistência mínima

2 = Assistência moderada

1= Assistência máxima

0 = Assistência total

Necessidade de Modificação para Realização:

N = Nenhuma modificação

C = Modificação centrada na criança

R = Necessidade do uso de Equipamento de reabilitação

E = Modificações extensivas

As informações do item Interação Social da PEDI realizada nessa primeira avaliação do estudo serão utilizadas para classificar a funcionalidade inicial do participante.

3.4.2 *Avaliações dos desfechos*

As avaliações dos desfechos foram realizadas imediatamente após a aplicação da intervenção. Nesse estudo serão avaliados os seguintes desfechos:

3.4.2.1 *Desfecho primário*

- 1.1. ***Grau de espasticidade do músculo tríceps sural*** através da Escala de Ashworth modificada (MAS).

3.4.2.2 *Desfechos secundários*

- 1.2. ***Presença de dor na região do tríceps sural durante a realização da fisioterapia padrão no hospital:*** foi utilizada a Escala Visual Analógica (EVA) para dor ou uma avaliação subjetiva da dor a depender do entendimento da criança quanto a EVA e dos valores dos componentes do item Interação Social do Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade (PEDI).

- 1.3. ***Amplitude de movimento (ADM) passiva e ativa do tornozelo:*** através da goniometria;

1.4. **Funcionalidade de membros inferiores:** avaliada através dos valores do score do item de Mobilidade do Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade (PEDI).

1.5. **Independência para mobilidade geral:** com a escala Gross motor Classification System (GMFCS).

3.4.3 Momentos e descrição das metodologias de avaliações dos desfechos:

3.4.3.1 Avaliação pré tratamento

Um pesquisador fez a avaliação pré-tratamento (no mesmo dia da aplicação do TCLE e alocação nos grupos) e também as avaliações diárias em cada sessão terapêutica e a avaliação final cerca de no máximo 15 dias após a última sessão terapêutica. A avaliação pré, tratamento foi composta por:

- **Escala de Ashworth modificada (MAS) (avaliação do desfecho principal de espasticidade);**

A MAS avalia o grau de espasticidade do músculo. A MAS é uma escala de fácil aplicação, serve para avaliar a intensidade da hipertonía e também a resposta terapêutica ao tratamento da espasticidade (Haugh et al., 2006; Synnot et al., 2017). Trata-se de uma escala numérica com pontuação de 0 a 4, onde 0 representa um músculo sem resistência e 4 um músculo rígido em flexão ou extensão. O examinador realiza a avaliação em que o participante permanece passivo. A avaliação não depende da resposta dos participantes nem de seus familiares. Não há influência da cognição do participante na aplicação da MAS para avaliação do desfecho espasticidade. A **Tabela 2** detalha a MAS.

Tabela 2 Escala de Ashworth modificada (MAS)

Grau	Descrição
0	Tônus normal.
1	Leve aumento do tônus muscular, com mínima resistência no fim do movimento.
1+	Leve aumento do tônus muscular, com mínima resistência em menos da metade do movimento.
2	Aumento mais marcado do tônus muscular na maior parte do movimento, mas a mobilização passiva é efetuada com facilidade.
3	Considerável aumento do tônus muscular, e o movimento passivo é difícil.
4	Segmento afetado rígido em flexão ou extensão.

Fonte: (Baunsgaard et al., 2016)

- **Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade (Pediatric Evaluation of Disability Inventory – PEDI) para avaliação do desfecho de funcionalidade de membros inferiores;**

O PEDI foi elaborado com o objetivo de mensurar os ganhos da criança em participar de atividades do dia a dia ao oferecer informações detalhadas sobre incapacidade e a necessidade de assistência do cuidador no desenvolvimento das atividades em três áreas: o autocuidado, mobilidade e a função social (Teles et al., 2016). A versão 1.0 Brasileira traduzida e adaptada à nossa cultura do PEDI está em **Anexo 2** (Haley et al., 1992). A avaliação é realizada com o examinador observando o participante em realizar as atividades propostas. Além disso pode complementar a informação sobre a performance do mesmo indagando ao familiar adulto responsável cuidador como as mesmas atividades avaliadas são realizadas em casa. Não há influência da cognição do participante na aplicação da PEDI para avaliação do item mobilidade. Em nosso

estudo utilizamos os valores encontrados no item mobilidade da PEDI (F e G) para a avaliação da funcionalidade de membros inferiores.

- **Escala Visual Analógica (EVA) e avaliação subjetiva do desfecho da dor;**
 - A EVA é um auxiliar de aferição da intensidade de dor sentida pelo paciente, instrumento importante para verificar evolução e analisar o tratamento instituído. É uma linha reta, em uma extremidade a marcação “sem dor” e, na outra, “pior dor possível”. Para usar deve-se questionar ao participante quanto ao seu grau de dor, sendo que 0 significa ausência total de dor e 10 o nível de dor máxima (Bijur et al., 2001). O modelo da EVA está no **Anexo 3**. Em nosso estudo avaliamos a presença de dor na região do tríceps sural durante o tratamento padrão de reabilitação utilizado pelo participante no setor de fisioterapia do hospital. A criança era orientada quanto ao funcionamento da EVA e esta foi aplicada para todas as crianças que apresentaram o entendimento da mesma. Para participantes menores de 06 anos, que não demonstram compreensão da EVA, ou que tenham os domínios de Compreensão Funcional e Expressão Funcional do PEDI, classificados como Assistência Moderada, Máxima ou Total faremos uma avaliação subjetiva da dor descrita abaixo.
 - A avaliação subjetiva da dor: Nesse caso o adulto responsável foi questionado quanto a sua inferência da presença de dor na criança (sim OU não) durante os procedimentos de reabilitação padrão do serviço tomando-se por referência o comportamento habitual da criança para a sinalização deste desconforto. Além disso serão observados os seguintes sinais físicos: fácies dolorosa, aumento de tônus de outros grupos musculares, postura de decorticação, espasmos ou presença de movimentação involuntária, mudanças posturais agudas, choro, hipersalivação, taquipneia, taquicardia e sudorese.

- **Amplitude de movimento (ADM) passiva e ativa do tornozelo;**

Esta medida é realizada com auxílio de um goniômetro. A medida da ADM ativa é feita com o paciente realizando o movimento por si, enquanto que a passiva é feita com um profissional realizando o movimento pelo avaliado (McRae, 2011). A goniometria depende apenas do examinador, sendo que tanto participante quanto familiar são passivos na avaliação e não interferem na quantificação. Não há influência da cognição do participante na goniometria para avaliação do item ADM.

- **Gross motor Classification System (GMFCS)**

O GMFCS foi desenvolvido para ser um método simples para classificar crianças com PC, tendo como base as habilidades e limitações funcionais. A classificação inclui 5 níveis e 4 faixas etárias (Palisano et al., 2008a, 2008b). Esta classificação é realizada na primeira consulta pela equipe Hospitalar de Reabilitação, pela equipe da fisioterapia local, com intuito de entender qual a situação do paciente em relação a suas habilidades e limitações funcionais, e auxiliar no desenho de seu programa de reabilitação. O valor do GMFCS de cada participante da pesquisa foi coletado do prontuário, e corresponde, portanto, a sua classificação em momento pré tratamento do estudo. A escala do GMFCS está no **Anexo 4**. Ela é realizada de rotina para todos os pacientes do setor de fisioterapia no momento de sua entrada no programa de reabilitação e periodicamente a cada mês. Não há influência da cognição do participante na aplicação da GMFCS.

3.4.3.2 Avaliações no dia da sessão terapêutica

As avaliações de cada sessão terapêutica foram compostas pelas escalas MAS, EVA e/ou avaliação subjetiva da dor e pela goniometria (ADM passiva e ativa) de tornozelo descritas acima, todas realizadas imediatamente após o término da intervenção.

3.4.3.3 Avaliação final pós tratamento

Posteriormente ao término do tratamento (no máximo 15 dias após o término do tratamento) todos os participantes foram submetidos às mesmas avaliações clínicas descritas acima na avaliação pré tratamento pelo mesmo examinador.

Além disso, foram coletados dados dos prontuários dos participantes no setor de fisioterapia para a caracterização da casuística da amostra: idade; sexo; etiologia da PC; diagnóstico topográfico da PC; tempo de lesão; medicações em uso; comorbidades; cirurgias prévias; uso de botox; tempo de tratamento na fisioterapia no momento do início do estudo; descrição do tratamento de fisioterapia em uso na clínica UNINOVE; uso de meio auxiliar de marcha ou órtese.

3.4.4 Grupos Terapêuticos do Estudo e rotinas do Ambulatório

No serviço de fisioterapia da UNINOVE são seguidas as normas de segurança em saúde definidas pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e do Documento de Referência para o Programa Nacional de Segurança do Paciente do Ministério da Saúde /Brasil, além de medidas específicas listadas acima e dos protocolos sanitários e de segurança em relação a pandemia de COVID 19. Os Ambulatórios Integrados de Saúde possuem consultórios médicos e de fisioterapia em diversas áreas.

3.4.4.1 Recepção e rotinas dos pacientes nos Ambulatórios

Após entrada na Universidade os pacientes são direcionados ao setor de consultas onde, na recepção, é conferido o agendamento e gerada a ficha para atendimento. Após isso os pacientes serão alocados em tablados individuais, ou então em cadeiras, conforme o conforto dos mesmos. Sempre à disposição dos profissionais temos álcool-gel para higiene das mãos, uma bandeja contendo álcool 70%, e gaze.

3.4.4.2 Intervenção /Grupos Terapêuticos do estudo

- Tratamento padrão individualizado do serviço de fisioterapia (grupo FBM e também Grupo controle)

Todos os participantes do estudo foram recrutados no setor de fisioterapia da UNINOVE dentre aqueles que já fazem uso de um tratamento fisioterapêutico de reabilitação local, organizado, conduzido, padronizado e coordenado pela equipe assistencial do setor de fisioterapia da UNINOVE. O tratamento de fisioterapia padrão do instituto em uso, não vinculado ao estudo, e que o participante já faz uso regular, ocorre sempre 2X na semana para todos os pacientes e não foi modificado pelo estudo. É constituído do uso de fisioterapia neurológica, orientações de postura, alongamentos, posicionamento, ganho de amplitude articular, ergonomia, estimulação sensitiva e de propriocepção, fortalecimento motor, adequação de tônus, treino funcional de membros superiores e inferiores, orientações para uso de órteses, stands, parapodium, barras paralelas ou cadeira de rodas quando necessário. A depender da indicação clínica podem ser utilizados meios físicos como o uso da Estimulação Elétrica Transcutânea (TENS) ou a Estimulação Elétrica Funcional (FES). São sessões de 45 minutos de duração conduzidas por um aluno e preceptores do curso da fisioterapia.

- Grupo Tratamento GT:

Além do tratamento padrão individualizado acima descrito, as sessões de terapia FBM foram realizadas no próprio ambiente da fisioterapia do Campus da Universidade cerca de 1 vez por semana, por 08 semanas seguidas, sempre ocorrendo 01 aplicação de FBM no mesmo dia da sessão de fisioterapia padrão da instituição e que o participante já faz uso regular (não vinculado ao estudo). As aplicações de FBM do estudo ocorreram no mesmo dia da fisioterapia do participante na instituição evitando, portanto, deslocamentos extras dos participantes. O participante não necessitou se deslocar a instituição para participar do estudo além dos dias já programados para o seu tratamento de reabilitação assistencial em uso. O profissional responsável pela aplicação esteve presente durante todo o tempo da intervenção. Durante as intervenções, foi permitido ao participante escolher a posição mais confortável para ele. Tanto examinador quanto participantes utilizaram óculos de proteção. As aplicações ocorreram após assepsia local do equipamento e pele. Todos os indivíduos presentes durante a sessão de fototerapia estiveram protegidos com uso de óculos protetores específicos para o comprimento de onda usado.

Os participantes deste grupo foram submetidos a FBM sendo a irradiação realizada transcutaneamente. Os parâmetros da FBM estão descritos com detalhes na **Tabela 3**. O método consiste na aplicação pontual do Probe de LED nos músculos gastrocnêmios medial e lateral de membro inferior direito, transcutaneamente, modo de contato. Os parâmetros escolhidos foram escolhidos a partir dos seguintes estudos (Santos et al., 2016, 2017a; WALT, 2010) que mais se assemelham a população, desfechos e provável mecanismos de ação de nosso estudo. Os trabalhos de (Santos et al., 2016, 2017a) são os mais semelhantes à nossa proposta. Nestes estudos foi avaliada a eficiência da terapia FBM em músculos masseteres de crianças com PC espástica. Ambos músculos masseteres, um ponto em cada, foram irradiados com laser diodo infravermelhos de baixa potência seguindo os seguintes parâmetros dosimétricos: comprimento de onda $808 \pm 3\text{nm}$, 120mW de potência, com exposição radiante de $3\text{J}/\text{cm}^2$ por ponto, tempo de exposição de 20 segundos por ponto com spot de 4mm^2 , irradiância de $3\text{W}/\text{cm}^2$, 2,4J de energia de entrega por ponto, 6 vezes por 6 semanas. Nenhum efeito colateral ou complicação foi relatada e os trabalhos obtiveram como resultado a melhora da espessura e funcionalidade dos músculos masseteres, expressa pela melhora da abertura da boca, e redução do impacto da espasticidade da PC na qualidade de vida de seus participantes. A WALT (WALT, 2010) traz as recomendações de doses terapêuticas da terapia com FBM para lasers class 3B na faixa de 780-860nm com potência de 5-500mW, em que o tempo de irradiação deve estar entre 20 a 300 segundos. Considerando a região anatômica alvo mais próxima a indicação é 2-4 pontos ou cm^2 com máximo de 8J de energia e máximo de $100\text{mW}/\text{cm}^2$. Neste estudo será usado o equipamento Laserpulse fabricado pela IBRAMED Indústria Brasileira de Equipamentos Médicos EIRELI na cidade de Amparo no estado de São Paulo, Brasil; Registro de ANVISA N° 10360310030. A **Figura 1** é uma foto do equipamento. Seguimos como foco a exposição radiante de $3\text{J}/\text{cm}^2$ utilizada nos estudos (Santos et al., 2016, 2017a), adaptado para os músculos gastrocnêmios do membro inferior com 2 pontos ao todo, visto que são músculos maiores que o masseter, e possuem anatomicamente 02 grandes pontos motores por músculo e seguindo ainda as recomendações da WALT (WALT, 2010) levadas em consideração e respeitadas, e desta

forma os parâmetros de estimulação proposto para a terapia de FBM deste estudo seguem na **Tabela 3**.

Figura 1 Foto do equipamento utilizado no estudo

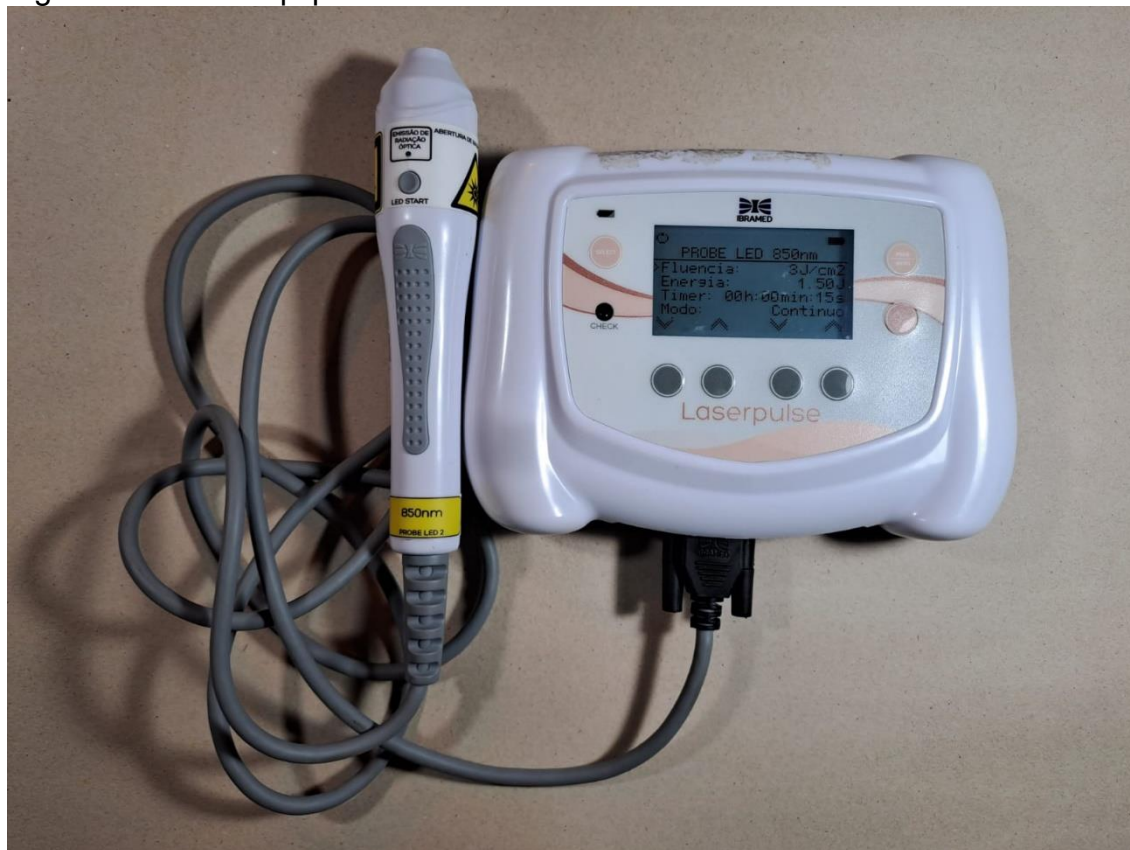


Tabela 3 Parâmetros dosimétricos para Terapia por FBM

Parâmetros	Tipo de fonte (LED)
Comprimento de onda (nm)	850 \pm 20%
Modo de operação	Contínuo
Potência do Equipamento (mW)	100
Probe	LED
Irradiância (mW/cm ²)	200
Área do feixe no alvo (cm ²)	0,5
Densidade de energia na abertura (J/cm ²)	3
Energia radiante (J)	1,5 por ponto
Técnica de aplicação	Contato
Localização anatômica dos pontos de aplicação	1 ponto em cada músculo gastrocnêmio, lateral e medial (total 2 pontos)
Número e frequência das sessões de tratamento	No mesmo dia da fisioterapia, 01 única irradiação no dia, 1x por semana, por 08 semanas
tempo de estimulação (segundos)	15 por ponto

Na **Figura 2** observa-se o desenho esquemático demonstrando o modo de aplicação da FBM no músculo tríceps sural, em visão posterior e lateral. A saída de energia do aparelho é posicionado por contato à pele em 90° e mantido a 90° nesta posição durante todo tempo de estimulação em ambos os pontos.

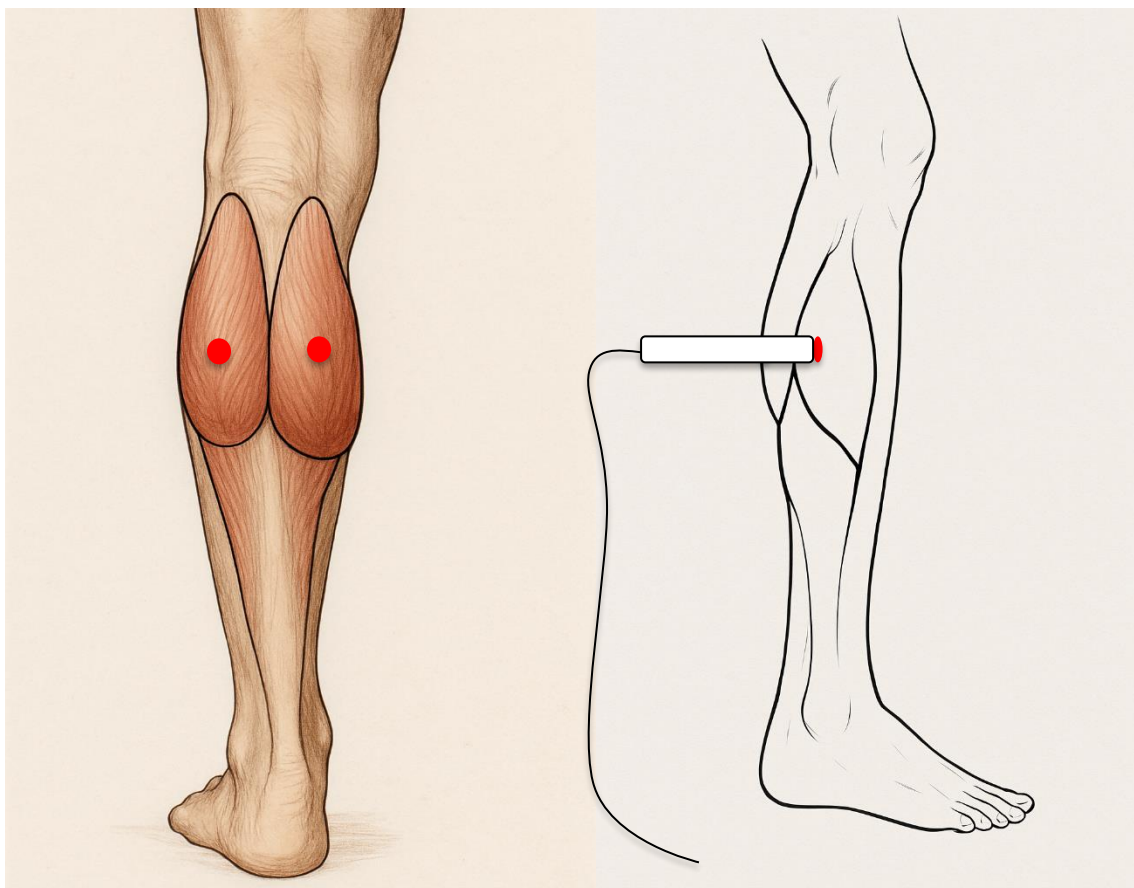


Figura 2 Desenho esquemático do modo de aplicação da FBM no membro inferior direito. Membro inferior em visão posterior e lateral respectivamente, os círculos em vermelho são o local de estimulação da FBM

A figura 3 apresenta o equipamento posicionado no participante.



Figura 3 Posicionamento do equipamento durante a aplicação da FBM

Antes de cada aplicação de FBM os participantes foram submetidos ao alongamento manual do músculo tríceps sural local para obter que as fibras musculares da área de aplicação estivessem o mais relaxadas possível.

- Grupo Controle / terapia com FBM placebo.

Os participantes da pesquisa do grupo controle receberam o tratamento padrão individualizado de fisioterapia, o alongamento de tríceps sural bem como tratamento com FBM placebo para mascarar o tratamento. O número de pontos, dose e local de aplicação da FBM foram os mesmos descritos no item Grupo Tratamento GT FBM, porém o equipamento de FBM estava desligado. O barulho de acionamento do dispositivo foi gravado e utilizado para mimetizar a irradiação.

O Timeline CONSORT 2025 de recrutamento, avaliações, inclusões e intervenções realizadas encontra-se na **Figura 4**.

PERÍODO DO ESTUDO				
	Inscrição	Randomização / Alocação	Pós-Alocação (Dia Sessão)	Fechamento
Tempo	Dia 01	Dia 01	01-08 Sessão intervenção semanal	15 dias após 8ª Sessão
<i>Elegibilidade</i>	X			
<i>Termo de Consentiment o e Assentimento</i>	X			
<i>Randomizaçã o/ Alocação</i>		X		
Intervenção				
<i>FBM + fisioterapia padrão + alongamento</i>			X	
<i>FBM Placebo + fisioterapia padrão + alongamento</i>			X	
Avaliações				
<i>GMFCS</i>		X		X
<i>MAS</i>		X	X	X
<i>PEDI</i>		X		X
<i>EVA</i>		X	X	X
<i>Goniometria</i>		X	X	X

Figura 4 Timeline CONSORT 2025 de recrutamento, avaliações, inclusões e intervenções realizadas. FBM: Terapia de Fotobiomodulação; GMFCS: Gross Motor Function Classification System; MAS: Modified Asworth Scale; PEDI: Pediatric Evaluation of Disability Inventory.

3.5 Análise Estatística

Para a análise estatística os dados foram tabulados em uma planilha Excel, e para verificar as diferenças entre as avaliações, as medidas foram submetidas à análise estatística apropriada. Foi criada uma base de dados dos participantes com os seguintes objetivos: 1) preservar a confidencialidade dos dados do participante e 2) permitir a troca de informações entre os pesquisadores do grupo. Inicialmente, uma análise descritiva foi feita com o cálculo de média e desvio padrão para variáveis contínuas e frequências e percentuais para variáveis categorizadas estratificadas por grupo. As comparações de médias por grupo no momento inicial serão feitas utilizando teste t-Student para os dados que apresentaram distribuição normal ou simétrica para avaliação da homogeneidade entre os grupos antes da intervenção. As análises quanto as diferenças entre e intra-grupos foram feitas com o ANOVA de duas vias / médias repetidas como análise preliminar exploratória. A partir destes resultados também extraímos com o valor do Eta Quadrado (η^2) os tamanhos de efeito do grupo placebo (intervenção) e grupo tratamento (FBM). Além disso, uma vez que a amostra apresenta tamanho pequeno e com número de participantes diferindo por grupo, optamos por realizar também o Generalized Estimating Equations - GEE (Liang et al., 1986) para reavaliar o efeito da fotobiomodulação sobre a espasticidade do músculo gastrocnêmio em relação ao desfecho primário da espasticidade medida pela MAS. O GEE apresenta algumas vantagens em relação às ANOVAs tradicionais, especialmente em casos de amostras pequenas nas quais dificilmente os requisitos das ANOVAs são satisfeitos, incluindo a possibilidade de utilizar diferentes distribuições de probabilidade para os parâmetros da variável dependente (De Melo et al., 2022). O modelo foi selecionado com base Quasi-likelihood under Independence Model Criterion, função de ligação de identidade e matriz de covariância não estruturada. O QIC é interpretado considerando que “quanto menor, melhor” (Cui, 2007). O post hoc com correção de Bonferroni foi utilizado quando necessário, sendo que as comparações por método pairwise foram analisadas por meio da diferença das médias marginais estimadas com base na escala

original da variável dependente. As análises foram conduzidas no software IBM SPSS Statistics, versão 24. Foram considerados estatisticamente significativos os valores de $p < .05$.

4 RESULTADOS

Entre agosto de 2023 e setembro de 2024, 13 participantes foram avaliados, randomizados e incluídos. Em setembro de 2024 pela baixa rotatividade de pacientes no serviço, a inclusão de novos pacientes na clínica foi temporariamente suspensa. Dentre os 13 participantes recrutados até aquele momento, 1 deles abandonou o tratamento de reabilitação padrão após o primeiro dia de sessão terapêutica padrão, sem receber a intervenção do estudo e por este motivo foi excluído da análise. Não ocorreram eventos adversos em nenhum dos outros participantes incluídos.

O fluxograma CONSORT 2025 do recrutamento, randomização, alocação, intervenções, seguimento e análise final está apresentado na **Figura 5**.

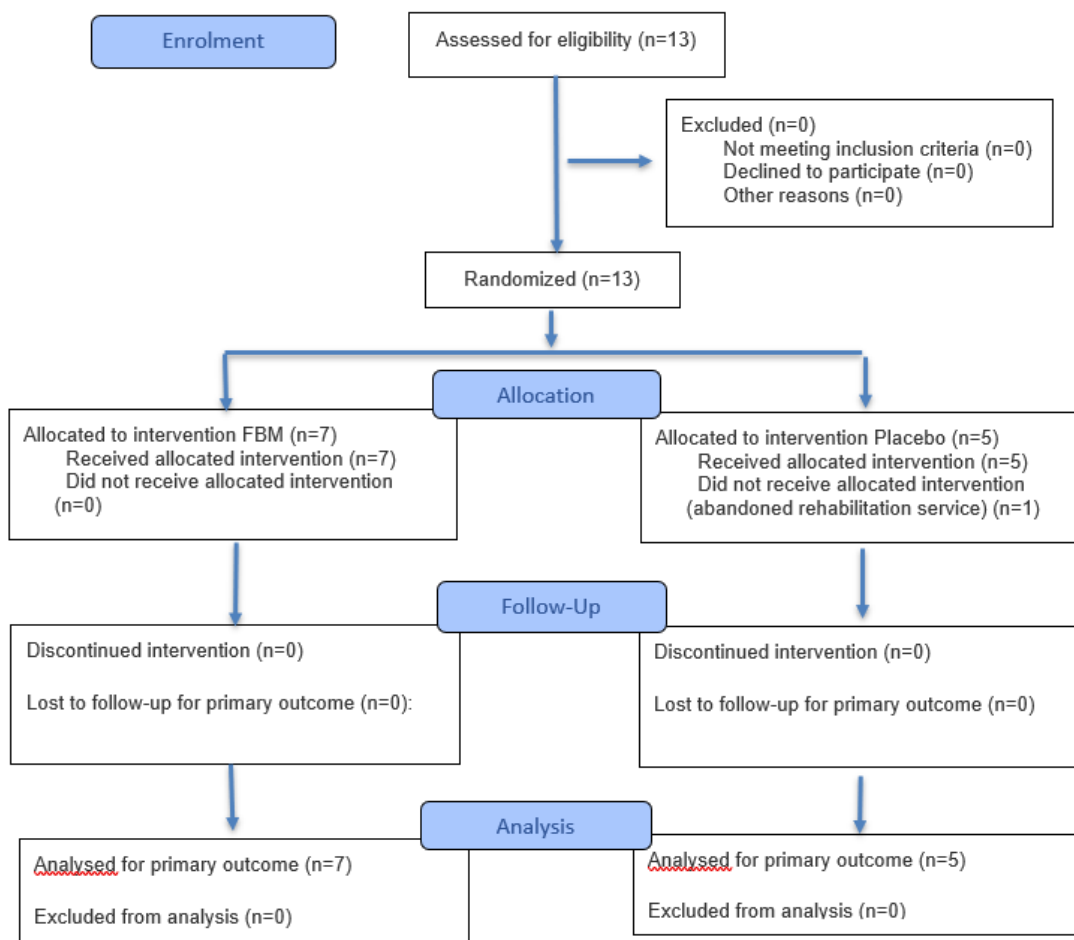


Figura 5 Fluxograma CONSORT 2025 do recrutamento, avaliações, intervenções e análise final.

Em uma análise preliminar piloto dos resultados referentes a inclusão destes 12 primeiros participantes a idade dos participantes variou de 7 a 16 anos, sendo 6 do sexo feminino e 6 do sexo masculino. A causa da PC mais frequente foi a hipóxia no momento do parto. A quadriplegia foi a topografia de PC mais prevalente, com 10 dos participantes, enquanto os 2 restantes apresentavam diplegia sendo que 10 participantes usam cadeira de rodas como meio auxiliar. A GMFCS de início variou de IV a V, sendo 6 pacientes na classificação IV e 6 pacientes na classificação V. A avaliação PEDI no início do estudo antes do recrutamento foi classificada como nível 1 para 4 dos participantes e 0 para os 8 demais. A **Tabela 4** mostra a caracterização da amostra como um todo bem como por grupos.

Tabela 4 Caracterização da amostra como um todo bem como por grupos

	Grupo FBM	Grupo Placebo	Amostra Total
Idade	11,42 (7-16)	12,4 (7-16)	11,8 (7-16)
Sexo (F:M)	4:3	2:3	6:6
Quadríplegia:Díplegia	6:1	4:1	10:2
Cadeira de rodas (S:N)	6:1	4:1	10:2
GMFSC início (IV:V)	2:5	4:1	6:6
PEDI início (0:1)	5:2	3:2	8:4

A **Tabela 5** apresenta os valores de médias, desvio padrão e os valores mínimos e máximos da MAS inicial e final para os grupos FBM e Placebo.

Tabela 5 Valores de médias, desvio padrão e os valores mínimos e máximos da MAS inicial e final para os grupos FBM e Placebo

	FBM	Placebo
MAS inicial	2,14 (1-3) \pm 0,89	2,2 (2-3) \pm 0,44
MAS final	0,86 (0-1) \pm 0,37	1,6 (1-2) \pm 0,54

A análise dos dados coletados referente a MAS, que é o método de avaliação do nosso desfecho primário, foi realizada pelo teste ANOVA de duas vias com médias repetidas, como análise preliminar exploratória e os dados parciais estão apresentados nas **Tabela 6 e 7** e a **Figura 6**. Houve diferenças em relação aos valores comparando-se os momentos da intervenção (p 0,003), mas não houve diferença estatística comparando-se a intervenção (p 0,18) (**Tabela 5**). O gráfico com os valores de média por grupos, e individualmente por pacientes ao longo de cada sessão estão apresentados na **Figuras 7 e 8**. O gráfico com os valores de média dos grupos ao longo das sessões está apresentado na **Figura 9**. O gráfico com os valores das médias estimadas marginais obtidas com o Teste ANOVA de duas vias e médias repetidas no momento pré intervenção, na quarta sessão e no momento pós intervenção está apresentado na **Figura 10** para ambos os grupos.

Tabela 6 Valores de médias da MAS para os grupos FBM e placebo obtidas com o Teste ANOVA de duas vias de médias repetidas

	GRUPO	Média	Estatística do teste	
			Padrão	N
mas_inicio	FBM	2.14	.900	7
	Placebo	2.20	.447	5
	Total	2.17	.718	12
mas_final	FBM	.86	.378	7
	Placebo	1.60	.548	5
	Total	1.17	.577	12

Tabela 7 Comparação entre os momentos e entre os grupos quanto aos valores encontrados na MAS realizada com o teste ANOVA de duas vias para médias repetidas

Origem		F	Sig.	Eta parcial quadrado
MOMENTO	Linear	15.647	.003	.610
MOMENTO * GRUPO	Linear	2.069	.181	.171

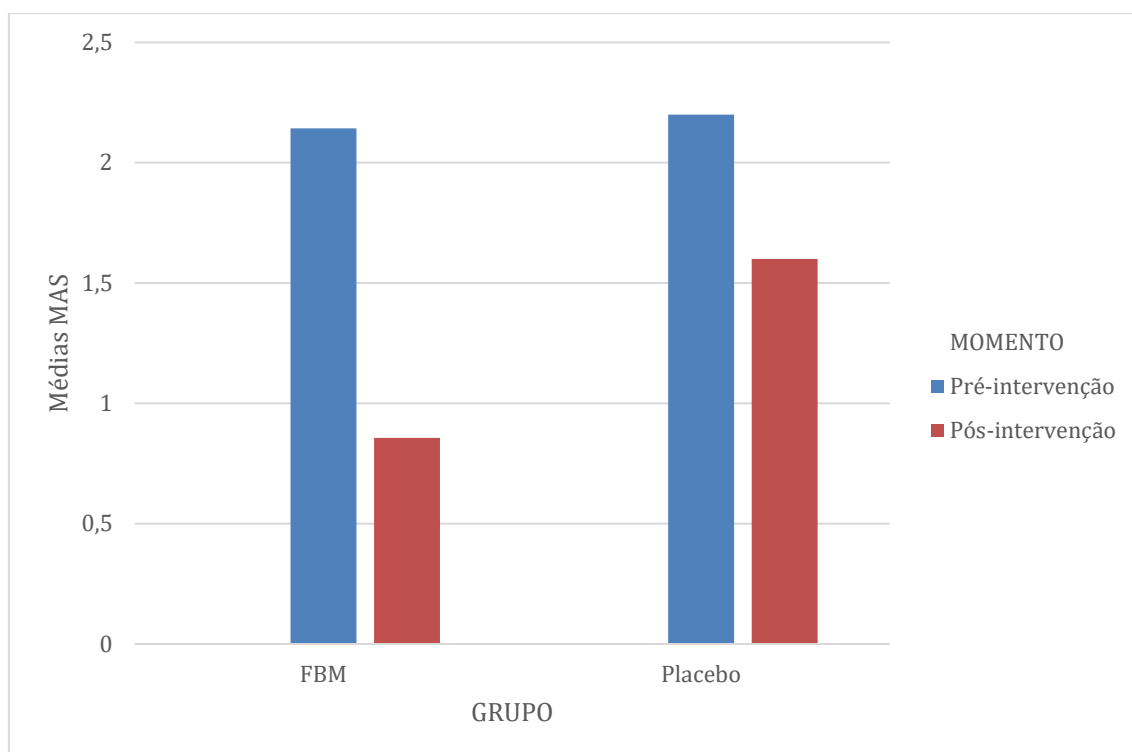


Figura 6 Gráfico de Barras do Teste dos valores de médias da escala MAS antes e depois da intervenção para ambos os grupos.

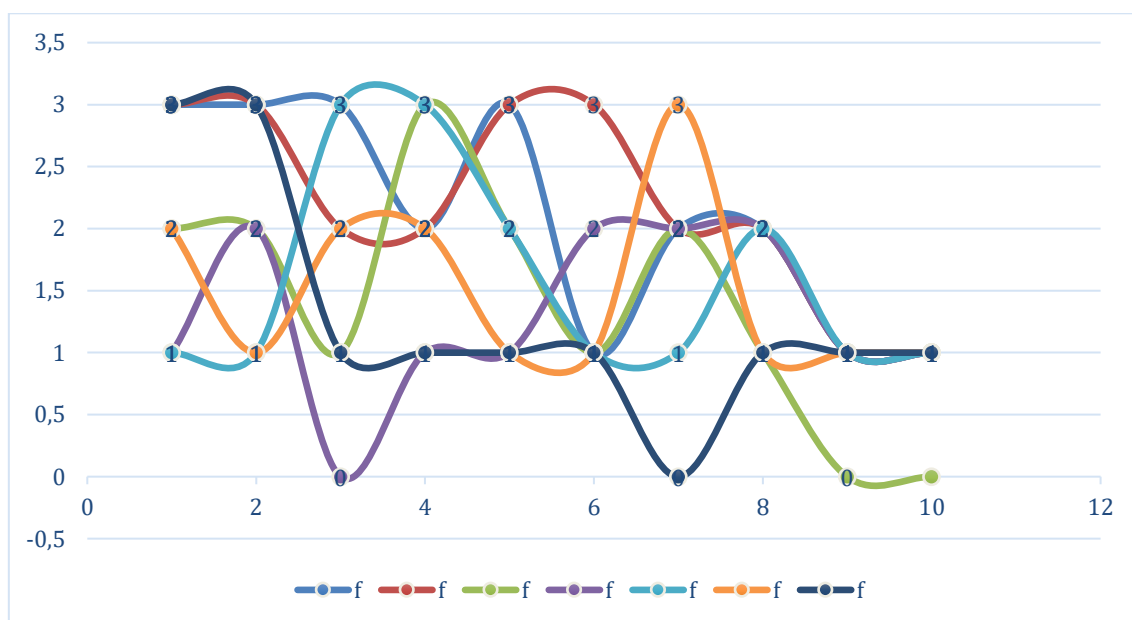


Figura 7 Gráfico com os valores da MAS dos participantes do grupo da FBM por dia terapêutico. O eixo X corresponde às avaliações de início, das sessões terapêuticas de 1 à 8 e final respectivamente. O eixo Y corresponde ao valor da MAS.

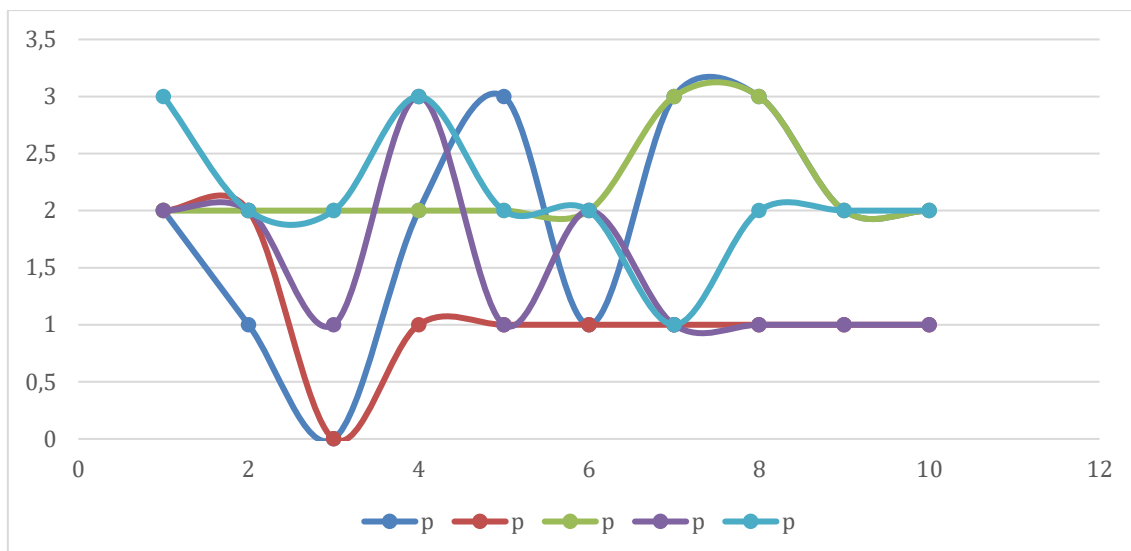


Figura 8 Gráfico com os valores demonstrando a variação da MAS dos participantes do grupo Placebo por dia terapêutico. O eixo X corresponde às avaliações de início, das sessões terapêuticas de 1 à 8 e final respectivamente. O eixo Y corresponde ao valor da MAS.

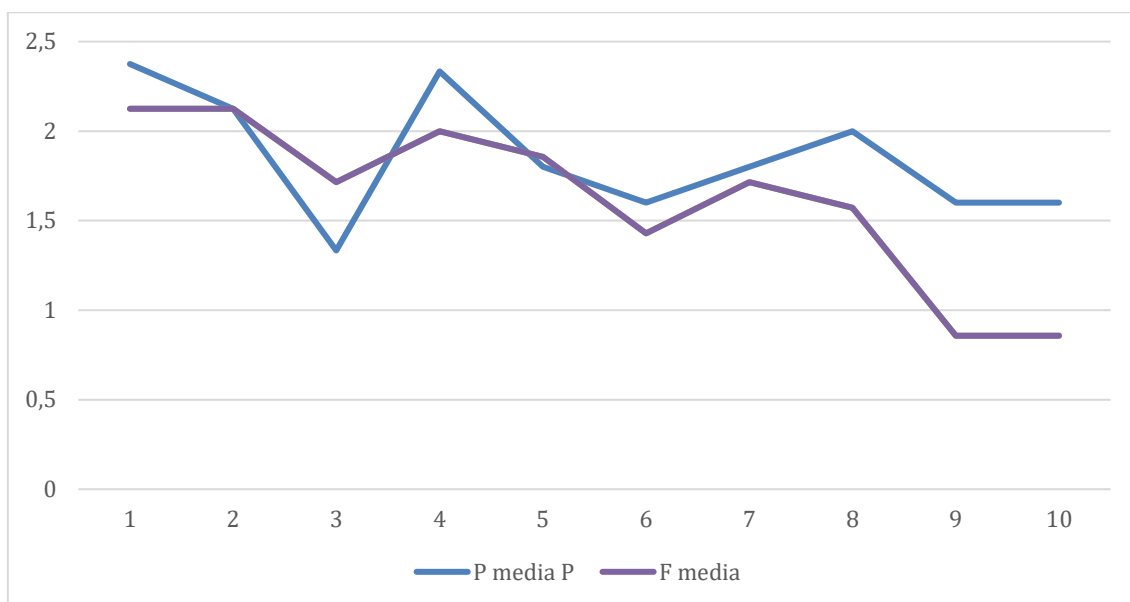


Figura 9 Gráfico com os valores de média da MAS em ambos os grupos ao longo das sessões. O eixo X corresponde às avaliações de início, das sessões terapêuticas de 1 à 8 e final respectivamente. O eixo Y corresponde aos valores das médias da MAS.

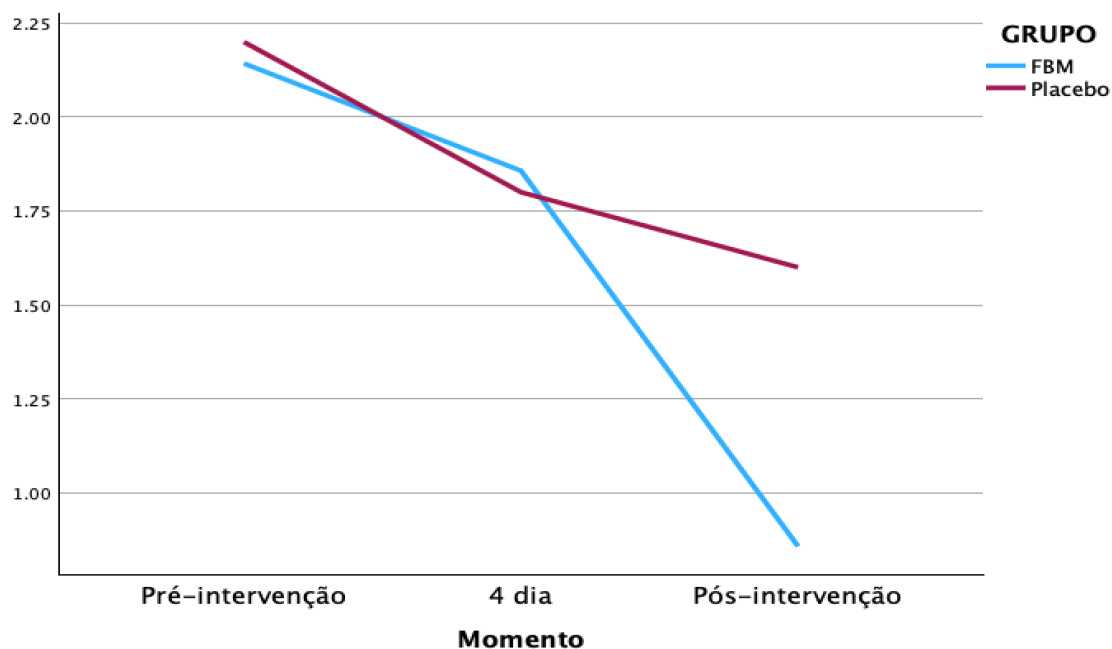


Figura 10 Gráfico com os valores das médias estimadas marginais da MAS obtidas com o Teste GEE no momento pré intervenção, na quarta sessão e no momento pós intervenção para ambos os grupos.

A **Tabela 8** mostra em número absoluto e porcentagem quantos participantes responderam a terapia apresentando melhora da MAS dentre os grupos. Nenhum participante apresentou piora da MAS após o período terapêutico.

Tabela 8 Apresentação em número absoluto e porcentagem de quantos participantes responderam clinicamente à terapia apresentando melhora da MAS dentre os grupos

	Diminuição da MAS	Manutenção da MAS	Piora da MAS
Placebo (n= 5)	3 (60%)	2 (40%)	0
FBM (n= 7)	5 (71,4%)	2 (28,5%)	0

O modelo com distribuição Gamma apresentou melhor ajuste aos dados com base no Quasi-likelihood under Independence Model Criterion (QIC = 14,62)

em comparação ao modelo ajustado com distribuição normal (QIC = 25,32), ambos usando a função de ligação de identidade e matriz de covariância não estruturada. Portanto, os resultados foram analisados por meio da GEE ajustada com distribuição Gamma com função de ligação de identidade e matriz de covariância não estruturada (**Tabela 9**).

Tabela 9 Testes de efeitos do modelo

Origem	Tipo III		
	Qui-quadrado de Wald	gl	P
(Intercepto)	88,731	1	0,000
Grupo	0,001	1	0,973
Tempo Intervenção	6,202	2	0,045
Grupo * Tempo Intervenção	1,843	2	0,398

Variável dependente: Espasticidade

Utilizou-se a estatística do Qui-quadrado de Wald para avaliação dos efeitos globais (Tipo III). Não foram observados efeitos principais significativos para o grupo (Wald $\chi^2(1) = 0,001$, $p = .97$), nem para a interação grupo \times tempo (Wald $\chi^2(2) = 1,84$, $p = .398$). Por outro lado, o tempo de intervenção apresentou um efeito significativo (Wald $\chi^2(2) = 6,20$, $p = .045$). Portanto, não é necessário investigar as possíveis diferenças entre grupos ou a interação grupo*tempo por meio de testes de post hoc. Comparações múltiplas entre os momentos da intervenção foram realizadas utilizando o ajuste de Bonferroni (**Tabela 10**).

Tabela 10 Comparações por Método Pairwise – Tempo

		Diferença média	Erro Padrão	Gl	p (Bonferroni)	95% Intervalo de Confiança de Wald para Diferença	
Tempo	Intervenção					Inferior	Superior
1	2	0,45	0,199	1	0,073	-0,03	0,92
	3	0,49	0,230	1	0,100	-0,06	1,04
2	3	0,04	0,185	1	>0,999	-0,40	0,49

Comparações por método pairwise de médias marginais estimadas com base na escala original da variável dependente Espasticidade

Embora a análise global pelo modelo de Equações de Estimação Generalizadas (GEE) tenha indicado um efeito marginalmente significativo do tempo de intervenção sobre a variável dependente (Wald $\chi^2(2) = 6,20$, $p = .045$), as comparações par-a-par entre os diferentes momentos (pré intervenção, quarta sessão e após o período de intervenção) não revelaram diferenças estatisticamente significativas após a correção de Bonferroni. Os efeitos que são “quase” significativos no teste global podem não aparecer nas comparações individuais com Bonferroni (como $p = .073$ e $.100$).

Não ocorreram diferenças estatística entre os valores da goniometria, da dor ou da escala GMFCS comparando-se os momentos pré entre os grupos, demonstrando homogeneidade entre os grupos da amostra no momento pré intervenção pelo teste ANOVA de duas vias de médias repetidas. Não ocorreu diferença significativa entre os grupos no momento pós intervenção e nem diferenças entre os momentos pré e pós intervenção em ambos os grupos para o desfecho de goniometria. Os resultados da avaliação de dor, PEDI e a escala GMFCS, não apresentaram alteração de valores do momento pré ou pós intervenção para nenhum dos participantes incluídos, sendo que a escala de EVA manteve-se no valor de zero para todos os participantes nas avaliações iniciais, finais e após cada sessão terapêutica. Não houve relato de percepção

subjetiva de dor por nenhum participante ou familiar durante o estudo nos dias terapêuticos ou subsequentes. Também não ocorreu percepção subjetiva da presença de dor nos participantes por parte do pesquisador em nenhum dos momentos avaliados para nenhum participante.

5 DISCUSSÃO

Embora estudos da literatura já tenham demonstrado que a FBM é uma técnica promissora no controle de lesões musculares de diversas etiologias, este estudo clínico é pioneiro em avaliar a segurança, a ação de resposta imediata e o tamanho do efeito da FBM na espasticidade de tríceps sural de pacientes portadores de PC espástica, pois não há estudos de FBM neste grupo muscular. Apesar da PC e da espasticidade serem conhecidas e estudadas há muito tempo, ainda não existe um tratamento padrão-ouro para a espasticidade, muitas são as opções disponíveis, mas nenhuma estabelecida como primeira ou única escolha. Neste sentido, este estudo foi desenhado de acordo com a diretriz CONSORT e os resultados desta análise piloto preliminar podem fornecer evidências com alto grau de confiabilidade para a melhora da condição muscular frente a espasticidade. Conduzimos um estudo randomizado, controlado, em que a FBM foi aplicada localmente no tríceps sural durante 8 semanas, comparando-se estes achados a um grupo de pacientes que recebeu a estimulação FBM placebo, ambos em conjunto com o tratamento convencional fisioterapêutico preconizado para espasticidade.

A FBM é um método não invasivo que utiliza a luz em baixa intensidade para estimular processos celulares e moleculares (Dompe et al., 2020). Os mecanismos propostos pelos quais a FBM reduz a espasticidade incluem a regulação das respostas ao estresse oxidativo, o aumento da produção de ATP e do metabolismo celular, a promoção da reparação tecidual e a regeneração e modulação da liberação de neurotransmissores nas sinapses (Glass, 2021). Ao contrário da terapia farmacológica, quando bem indicada e manejada, a FBM não apresenta efeitos colaterais conhecidos. Além disso, diferentemente da toxina botulínica não é invasiva e pode potencialmente oferecer efeitos mais duradouros. No entanto, questões sobre a melhor dose de energia, modo de entrega, penetração da luz no tecido, melhores indicações, segurança e os mecanismos específicos através do qual a luz modifica a espasticidade ainda são desconhecidos (Jiménez et al., 2024). Há poucos estudos comparativos avaliando a eficácia, comparando a FBM com outras terapias, e demonstrando

segurança ou tamanho de efeito da FBM em pacientes com espasticidade, sobretudo em crianças.

É importante citar que todos os participantes desta amostra apresentaram no momento pré-intervenção GMFCS IV ou V e valores do PEDI nos itens de mobilidade com valores 0 e 1, demonstrando alto grau de dependência para a mobilidade e necessidade do uso de cadeira de rodas, o que pode ter influenciado estes resultados. A FBM terapêutica instituída foi direcionada ao tríceps sural, um grupo muscular de membro inferior, que, em pacientes não deambuladores, se mantém em desuso, sem estímulos fisiológicos do ortostatismo ou marcha, excetuando-se o momento terapêutico da fisioterapia em si. Já são conhecidos os efeitos fisiológicos da atividade física, do movimento e da funcionalidade espontânea na qualidade muscular e respostas locais das fibras musculares aos meios físicos terapêuticos, bem como na evolução e resposta ao tratamento da espasticidade. Pacientes que apresentam desuso muscular, hipoatividade e imobilismo podem apresentar parâmetros de força, elasticidade, alongamento, resistência e relaxamento piores que pacientes com funcionalidade preservada, ainda que estes sejam submetidos aos mesmos tratamentos fisioterapêuticos (Raghavan, 2025; Sayed et al., 2023). Nesse sentido, mesmo que a FBM possa experimentalmente melhorar o relaxamento e a qualidade da fibra muscular de participantes com algum grau de funcionalidade, estes aspectos podem não ser evidenciados em pacientes sem funcionalidade e em imobilismo como os avaliados nesta amostra. Estudos futuros que optem por reavaliar a FBM em populações semelhantes a este estudo necessitam estratificar os participantes quanto à gravidade funcional, analisando em separado participantes deambuladores de não deambuladores, o que pode evidenciar qual a subpopulação dentre estes pacientes que pode apresentar melhor resposta a FBM.

Em relação aos resultados deste estudo, os parâmetros da FBM utilizados seguiram as diretrizes da WALT (WALT, 2010) e de publicações anteriores para estimulação e melhora da espasticidade em crianças. Apesar disso, não houve diferença estatística para redução da espasticidade entre os grupos nesta população avaliada. Outras análises relacionadas aos desfechos secundários também não apresentaram diferença estatística entre os grupos. Os parâmetros escolhidos para uso no grupo muscular do tríceps sural estão de acordo com a

recomendação de doses para tratamento de FBM pela WALT (WALT, 2010), com as publicações de Santos e colaboradores (Santos et al., 2017b) e os estudos anteriores que avaliaram o uso da FBM na melhora da funcionalidade muscular em diversas condições clínicas.

Nota-se também que na maioria dos participantes, ocorreram flutuações dos valores da MAS não apenas ao longo do tratamento, mas também dia a dia. Estas variações podem refletir a característica subjetiva da escala MAS que, apesar de reprodutível, é conhecidamente, examinador dependente (Nourizadeh et al., 2024; Pandyan et al., 1999). Além disso, é conhecido que a MAS, uma variável de baixa amplitude possui pouca sensibilidade para representar variações mínimas na espasticidade ou variações em pacientes com espasticidade leve a moderada (menos de 3 na escala MAS) como a população incluída nestes estudo em que a MAS inicial se manteve para a maioria dos casos entre 2 e 2,25. A própria flutuação natural da espasticidade ao longo dos dias, já muito bem evidenciada nesta população em estudos prévios também pode ter influenciado estes resultados. Diversos fatores externos aos participantes e à FBM como alterações de temperatura, presença de lesões agudas, comorbidades, fadiga e até mesmo o horário de avaliação podem influenciar o grau de espasticidade percebido, o que pode ter contribuído para os resultados encontrados (Cheung et al., 2015; Phadke et al., 2013).

Quanto a avaliação do tamanho do efeito calculado é possível observar que os valores encontrados na comparação entre os momentos foram de maior magnitude do que a avaliação entre os grupos para o desfecho da MAS. Além disso as diferenças encontradas na comparação entre os grupos, apresentaram para todos os desfechos tamanho efeito de pequena magnitude, o que reforça a evidência de que a FBM não é superior ao placebo em participantes com musculatura não funcional realizando o tratamento padrão para espasticidade. A realização por todos os participantes do programa de exercícios terapêuticos padrão contribuiu para essa melhora geral, e isso vai de encontro com a literatura, já que está bem estabelecido que a prática regular de um programa de reabilitação coordenado e multiprofissional apresenta evidências de melhora a curto prazo da espasticidade em diversas condições patológicas (Liguori et al., 2023; Shilesh et al., 2023).

Apesar disso, foi possível identificar pelos resultados do n^2 do ANOVA que o tamanho do efeito da FBM para a melhora da espasticidade, em comparação a FBM placebo associada ao exercício nestes participantes foi de 0,171. Os tamanhos de efeitos encontrados sugerem que a FBM não é superior ao placebo em pacientes realizando tratamento padrão fisioterapêutico para espasticidade, que provavelmente já promove o efeito teto possível nessa população. No entanto, a melhora dos participantes com tamanhos de efeito relacionados a FBM, ainda que pequenos após o período de intervenção, é um indicativo da capacidade terapêutica positiva da luz nessa população. Além disso é promissor notar 60% dos participantes do grupo placebo e 71,4% do grupo FBM apresentaram melhora da MAS comparando-se os momentos pré e pós intervenção, sugerindo que a melhor resposta no grupo tratado com a luz, que em uma amostra maior poderá evidenciar diferença entre os grupos. Associa-se ainda que durante o período de seguimento, a maioria dos responsáveis dos participantes, independente do grupo do estudo, relataram notar melhora importante, ainda que subjetiva, do relaxamento muscular após o início do período da intervenção em estudo.

Soma-se, o fato de que não ocorreram eventos adversos nem desconfortos mínimos durante o estudo em nenhum dos participantes avaliados, reforçando que a FBM é segura, inclusive para a população pediátrica. Além disso, nenhum participante do grupo tratamento apresentou piora da espasticidade, confirmando mais uma vez a segurança da FBM na espasticidade.

Portanto, novos estudos, a semelhança deste protocolo, estão justificados, sobretudo nas populações que apresentem contraindicações à prática do exercício físico e da manipulação muscular, ou que não tenham a oportunidade de realizar um tratamento de reabilitação integrado. Estudos futuros devem priorizar pacientes com algum grau de funcionalidade presente, para que sejam minimizados os vieses e a terapia seja avaliada em população alvo mais específica e com efeitos mais promissores. A partir do valor e tamanho de efeito encontrados nessa análise preliminar, pode-se também realizar um cálculo estatístico do tamanho amostral necessário para que estudos futuros possam evidenciar diferenças entre os grupos em protocolos similares nessa população.

6 CONCLUSÃO

Este protocolo de FBM apresentou resultados positivos no tratamento da espasticidade de tríceps sural em crianças com Paralisia Cerebral de maneira segura. Neste estudo não foram observados eventos adversos a curto prazo, e o período terapêutico transcorreu com fácil realização e boa adesão dos participantes. Apesar de não observarmos diferença estatística entre os grupos, houve melhora dos participantes com tamanhos de efeito ainda que pequenos, mas positivos após a intervenção, o que é um indicativo da capacidade terapêutica positiva da luz para o tratamento da espasticidade nessa população. Estudos futuros devem priorizar a FBM em uma população com GMFCSs menores, aplicação em locais com mínima atividade funcional detectável e sobretudo nas populações que apresentem contraindicações ou que não tenham a oportunidade de realizar um tratamento de reabilitação integrado, comparando-se os parâmetros da FBM aqui utilizados com doses de energia maior, para que sejam minimizados os vieses e a terapia seja avaliada em população alvo mais específica e com efeitos mais promissores.

7 REFERÊNCIAS

ADRIENNE, Cormican; MANIGANDAN, Chockalingam. Inpatient occupational therapists hand-splinting practice for clients with stroke: A cross-sectional survey from Ireland. **Journal of Neurosciences in Rural Practice**, v. 02, n. 02, p. 141–149, 13 jul. 2011.

ALALUF, Simon *et al.* Atmospheric oxygen accelerates the induction of a post-mitotic phenotype in human dermal fibroblasts: the key protective role of glutathione. **Differentiation**, v. 66, n. 2–3, p. 147–155, out. 2000.

ALBUQUERQUE-PONTES, Gianna Mões *et al.* Effect of pre-irradiation with different doses, wavelengths, and application intervals of low-level laser therapy on cytochrome c oxidase activity in intact skeletal muscle of rats. **Lasers in Medical Science**, v. 30, n. 1, p. 59–66, 24 jan. 2015.

ALENCAR, Roselene Ferreira de *et al.* Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva em tatame na reaquisição de funções na lesão medular. **Revista Neurociências**, v. 19, n. 3, p. 512–518, 31 mar. 2001.

ALGHAMDI, Khalid M. *et al.* A comparative study of the effects of different low-level lasers on the proliferation, viability, and migration of human melanocytes in vitro. **Lasers in Medical Science**, v. 30, n. 5, p. 1541–1551, 8 jul. 2015.

ALVES, Agnelo Neves *et al.* Effects of Low-Level Laser Therapy on Skeletal Muscle Repair. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 93, n. 12, p. 1073–1085, dez. 2014.

ALVES, Agnelo Neves *et al.* Comparative effects of low-level laser therapy pre- and post-injury on mRNA expression of MyoD, myogenin, and IL-6 during the skeletal muscle repair. **Lasers in Medical Science**, v. 31, n. 4, p. 679–685, 25 maio 2016.

AMID, Reza *et al.* Effect of low level laser therapy on proliferation and differentiation of the cells contributing in bone regeneration. **Journal of lasers in medical sciences**, v. 5, n. 4, p. 163–70, 2014.

ANDERS, Juanita J.; LANZAFAME, Raymond J.; ARANY, Praveen R. Low-Level Light/Laser Therapy Versus Photobiomodulation Therapy. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 33, n. 4, p. 183–184, abr. 2015.

ANDRINGA, Aukje; VAN DE PORT, Ingrid; MEIJER, Jan-Willem. Long-Term Use of a Static Hand-Wrist Orthosis in Chronic Stroke Patients: A Pilot Study. **Stroke Research and Treatment**, v. 2013, p. 1–5, 2013.

ANSARI, Nouredin Nakhostin *et al.* Clinical assessment of ankle plantarflexor spasticity in adult patients after stroke: inter-and intra-rater reliability of the Modified Tardieu Scale. **Brain injury**, v. 27, n. 5, p. 605–12, 2013.

ANTUNES, Fernando; BOVERIS, Alberto; CADENAS, Enrique. On the mechanism and biology of cytochrome oxidase inhibition by nitric oxide. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 101, n. 48, p. 16774–16779, 30 nov. 2004.

ASAGAI, Yoshimi *et al.* Application of low reactive-level laser therapy (LLLT) in the functional training of cerebral palsy patients. **Laser Therapy**, p. 195–202, 1994.

BAI, Lijun *et al.* Acupuncture modulates spontaneous activities in the anticorrelated resting brain networks. **Brain Research**, v. 1279, p. 37–49, jul. 2009.

BAR-HAIM, Simona *et al.* Comparison of efficacy of Adeli suit and neurodevelopmental treatments in children with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 48, n. 5, p. 325–330, maio 2006.

BARONI, Bruno Manfredini *et al.* Effect of Light-Emitting Diodes Therapy (LEDT) on Knee Extensor Muscle Fatigue. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 28, n. 5, p. 653–658, out. 2010a.

BARONI, Bruno Manfredini *et al.* Low level laser therapy before eccentric exercise reduces muscle damage markers in humans. **European Journal of Applied Physiology**, v. 110, n. 4, p. 789–796, 3 nov. 2010b.

BARRY, Margaret J. Physical Therapy Interventions for Patients With Movement Disorders due to Cerebral Palsy. **Journal of Child Neurology**, v. 11, n. 1_suppl, p. S51–S60, 15 nov. 1996.

BAUNSGAARD, C. B. *et al.* Modified Ashworth scale and spasm frequency score in spinal cord injury: reliability and correlation. **Spinal Cord**, v. 54, n. 9, p. 702–708, 9 set. 2016.

BAYNES, John W.; DOMINICZAK. **Medical Biochemistry**. 4. ed. [S.l.]: Elsevier, 2015.

BEKIUS, Annike *et al.* Early Development of Locomotor Patterns and Motor Control in Very Young Children at High Risk of Cerebral Palsy, a Longitudinal Case Series. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 15, 3 jun. 2021.

BELTRÁN, Belén *et al.* The effect of nitric oxide on cell respiration: A key to understanding its role in cell survival or death. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 97, n. 26, p. 14602–14607, 19 dez. 2000.

BERKER, Nadire; YALÇIN, Selim. **The HELP guide to Cerebral Palsy**. 2. ed. Washington: Global Help, 2010.

BIJUR, Polly E.; SILVER, Wendy; GALLAGHER, E. John. Reliability of the Visual Analog Scale for Measurement of Acute Pain. **Academic Emergency Medicine**, v. 8, n. 12, p. 1153–1157, dez. 2001.

BOBATH, B. The treatment of neuromuscular disorders by improving patterns of co-ordination. **Physiotherapy**, v. 55, n. 1, p. 18–22, jan. 1969.

BOHANNON, Richard W.; SMITH, Melissa B. Interrater Reliability of a Modified Ashworth Scale of Muscle Spasticity. **Physical Therapy**, v. 67, n. 2, p. 206–207, 1 fev. 1987.

BORGES, Lucio Santos *et al.* Light-emitting diode phototherapy improves muscle recovery after a damaging exercise. **Lasers in Medical Science**, 21 nov. 2013.

BORUTAITE, Vilma; BUDRIUNAITE, Aiste; BROWN, Guy C. Reversal of nitric oxide-, peroxynitrite- and S-nitrosothiol-induced inhibition of mitochondrial respiration or complex I activity by light and thiols. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics**, v. 1459, n. 2–3, p. 405–412, ago. 2000.

BRIERLEY, J.; LARCHER, V. Lest we forget... research ethics in children: perhaps onerous, yet absolutely necessary. **Archives of Disease in Childhood**, v. 95, n. 11, p. 863–866, 1 nov. 2010.

BROWN, Guy C. Regulation of mitochondrial respiration by nitric oxide inhibition of cytochrome c oxidase. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics**, v. 1504, n. 1, p. 46–57, mar. 2001.

BURNS, Jeffrey P. Research in children. **Critical Care Medicine**, v. 31, n. Supplement, p. S131–S136, mar. 2003.

CAPPELLINI, Germana *et al.* Immature Spinal Locomotor Output in Children with Cerebral Palsy. **Frontiers in Physiology**, v. 7, 25 out. 2016.

CHAN, A.; ARMATI, P.; MOORTHY, A. P. Pulsed Nd: YAG Laser Induces Pulpal Analgesia. **Journal of Dental Research**, v. 91, n. 7_suppl, p. S79–S84, 14 jul. 2012.

CHARLES, J.; LAVINDER, G.; GORDON, A. M. Effects of constraint-induced therapy on hand function in children with hemiplegic cerebral palsy. **Pediatric physical therapy : the official publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association**, v. 13, n. 2, p. 68–76, 2001.

CHAU, Anson C. M. *et al.* Increased Brain Activation in Motor Cortex After Acupuncture Treatment for Motor Recovery in Chronic Stroke Patients. **The Open Rehabilitation Journal**, v. 2, n. 1, p. 89–94, 1 dez. 2009.

CHEN, Chia Ling *et al.* Responsiveness and minimal clinically important difference of modified ashworth scale in patients with stroke. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 55, n. 6, p. 754–760, 2019.

CHEUNG, Janice *et al.* Patient-Identified Factors That Influence Spasticity in People with Stroke and Multiple Sclerosis Receiving Botulinum Toxin Injection Treatments. **Physiotherapy Canada**, v. 67, n. 2, p. 157–166, abr. 2015.

CHUNG, Chia-Ying; CHEN, Chia-Ling; WONG, Alice May-Kuen. Pharmacotherapy of Spasticity in Children With Cerebral Palsy. **Journal of the Formosan Medical Association**, v. 110, n. 4, p. 215–222, 2011.

COLVER, Allan; FAIRHURST, Charles; PHAROAH, Peter O. D. Cerebral palsy. **The Lancet**, v. 383, n. 9924, p. 1240–1249, abr. 2014.

CUI, James. QIC Program and Model Selection in GEE Analyses. **The Stata Journal: Promoting communications on statistics and Stata**, v. 7, n. 2, p. 209–220, 1 jun. 2007.

DABBOUS, Ola A. *et al.* Laser acupuncture as an adjunctive therapy for spastic cerebral palsy in children. **Lasers in Medical Science**, v. 31, n. 6, p. 1061–1067, 1 ago. 2016.

DAMIANO, D. L. *et al.* Spasticity versus strength in cerebral palsy: relationships among involuntary resistance, voluntary torque, and motor function. **European Journal of Neurology**, v. 8, n. s5, p. 40–49, nov. 2001.

DAS NEVES, Marcele Florêncio *et al.* Effects of low-level laser therapy (LLLT 808 nm) on lower limb spastic muscle activity in chronic stroke patients. **Lasers in Medical Science**, v. 31, n. 7, p. 1293–1300, 31 set. 2016.

DAS NEVES, Marcele Florêncio *et al.* Long-term analyses of spastic muscle behavior in chronic poststroke patients after near-infrared low-level laser therapy (808 nm): a double-blinded placebo-controlled clinical trial. **Lasers in Medical Science**, v. 35, n. 7, p. 1459–1467, 10 set. 2020.

DE ALMEIDA, Patrícia *et al.* Low-level Laser Therapy Improves Skeletal Muscle Performance, Decreases Skeletal Muscle Damage and Modulates mRNA Expression of COX-1 and COX-2 in a Dose-dependent Manner. **Photochemistry and Photobiology**, v. 87, n. 5, p. 1159–1163, set. 2011.

DE BRITO VIEIRA, Wouber Héricksen *et al.* Effects of low-level laser therapy (808 nm) on isokinetic muscle performance of young women submitted to endurance training: a randomized controlled clinical trial. **Lasers in Medical Science**, v. 27, n. 2, p. 497–504, 26 mar. 2012.

DE FREITAS, Lucas Freitas; HAMBLIN, Michael R. Proposed Mechanisms of Photobiomodulation or Low-Level Light Therapy. **IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics**, v. 22, n. 3, p. 348–364, maio 2016.

DE LIMA RODRIGUES, Danielle *et al.* Effect of prior application with and without post-injury treatment with low-level laser on the modulation of key proteins in the muscle repair process. **Lasers in Medical Science**, v. 33, n. 6, p. 1207–1213, 15 ago. 2018.

DE MARCHI, Thiago *et al.* Low-level laser therapy (LLLT) in human progressive-intensity running: effects on exercise performance, skeletal muscle

status, and oxidative stress. **Lasers in Medical Science**, v. 27, n. 1, p. 231–236, 8 jan. 2012.

DE MELO, Márcio Braga *et al.* Beyond ANOVA and MANOVA for repeated measures: Advantages of generalized estimated equations and generalized linear mixed models and its use in neuroscience research. **European Journal of Neuroscience**, v. 56, n. 12, p. 6089–6098, 14 dez. 2022.

DE PAIVA, Paulo Roberto Vicente *et al.* Photobiomodulation therapy (PBMT) and/or cryotherapy in skeletal muscle restitution, what is better? A randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. **Lasers in Medical Science**, v. 31, n. 9, p. 1925–1933, 13 dez. 2016.

DE SOUZA, Thais Oricchio Fedri *et al.* Phototherapy with low-level laser affects the remodeling of types I and III collagen in skeletal muscle repair. **Lasers in Medical Science**, v. 26, n. 6, p. 803, 15 nov. 2011.

DOMPE, Claudia *et al.* Photobiomodulation—Underlying Mechanism and Clinical Applications. **Journal of Clinical Medicine**, v. 9, n. 6, p. 1724, 3 jun. 2020.

DOS REIS, Filipe Abdalla *et al.* Effects of Pre- or Post-Exercise Low-Level Laser Therapy (830 nm) on Skeletal Muscle Fatigue and Biochemical Markers of Recovery in Humans: Double-Blind Placebo-Controlled Trial. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 32, n. 2, p. 106–112, fev. 2014.

DOS REIS, Mariana César Ribeiro *et al.* Immediate effects of low-intensity laser (808 nm) on fatigue and strength of spastic muscle. **Lasers in Medical Science**, v. 30, n. 3, p. 1089–1096, 23 abr. 2015.

DOURADO, Doroty M. *et al.* Low-level Laser Therapy Promotes Vascular Endothelial Growth Factor Receptor-1 Expression in Endothelial and Nonendothelial Cells of Mice Gastrocnemius Exposed to Snake Venom. **Photochemistry and Photobiology**, v. 87, n. 2, p. 418–426, mar. 2011.

DOURIS, Peter *et al.* Effect of Phototherapy on Delayed Onset Muscle Soreness. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 24, n. 3, p. 377–382, jun. 2006.

DUNCAN, Burris *et al.* Evaluating Intense Rehabilitative Therapies With and Without Acupuncture for Children With Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 93, n. 5, p. 808–815, maio 2012.

EELLS, J. T. *et al.* Therapeutic photobiomodulation for methanol-induced retinal toxicity. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 100, n. 6, p. 3439–3444, 18 mar. 2003.

EICHLER, Maor *et al.* Flavins are source of visible-light-induced free radical formation in cells. **Lasers in Surgery and Medicine**, v. 37, n. 4, p. 314–319, out. 2005.

ESMAEELINEJAD, Mohammad *et al.* The effects of low-level laser irradiation on cellular viability and proliferation of human skin fibroblasts cultured in high glucose mediums. **Lasers in Medical Science**, v. 29, n. 1, p. 121–129, 2 jan. 2014.

FADAIE, Majid *et al.* Application of laser acupuncture in children with cerebral palsy. **The Web - Journal of Acupuncture**, 2002.

FARIVAR, Shirin; MALEKSHAHABI, Talieh; SHIARI, Reza. Biological effects of low level laser therapy. **Journal of lasers in medical sciences**, v. 5, n. 2, p. 58–62, 2014.

FERRARESI, Cleber *et al.* Effects of low level laser therapy (808 nm) on physical strength training in humans. **Lasers in Medical Science**, v. 26, n. 3, p. 349–358, 18 maio 2011.

FERRARESI, Cleber *et al.* Molecular effects of low-level laser therapy (808nm) on human muscle performance. **Physical Therapy in Sport**, v. 13, n. 3, p. e5, ago. 2012.

FERRARESI, Cleber *et al.* Low-level Laser (Light) Therapy Increases Mitochondrial Membrane Potential and ATP Synthesis in C2C12 Myotubes with a Peak Response at 3-6 h. **Photochemistry and Photobiology**, v. 91, n. 2, p. 411–416, mar. 2015.

FERRARESI, Cleber *et al.* Effects of Light-Emitting Diode Therapy on Muscle Hypertrophy, Gene Expression, Performance, Damage, and Delayed-Onset Muscle Soreness. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 95, n. 10, p. 746–757, out. 2016.

FERRARESI, Cleber; HAMBLIN, Michael R.; PARIZOTTO, Nivaldo A. Low-level laser (light) therapy (LLLT) on muscle tissue: performance, fatigue and repair benefited by the power of light. **Photonics & Lasers in Medicine**, v. 1, n. 4, 1 jan. 2012.

FERRÉ, Felipe *et al.* Sala de Situação aberta com dados administrativos para gestão de Protocolos Clínicos e Diretrizes Terapêuticas de tecnologias providas pelo SUS. *In*: Sociedade Brasileira de Computação - SBC, 15 set. 2020.

FRANÇA, Cristiane Miranda *et al.* Effect of laser therapy on skeletal muscle repair process in diabetic rats. **Lasers in Medical Science**, v. 28, n. 5, p. 1331–1338, 22 set. 2013.

FRIEDMANN, H. *et al.* A possible explanation of laser-induced stimulation and damage of cell cultures. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 11, n. 1, p. 87–91, out. 1991.

FROZANFAR, Ali *et al.* The Effects of Low Level Laser Therapy on the Expression of Collagen Type I Gene and Proliferation of Human Gingival

Fibroblasts (Hgf3-Pi 53): in vitro Study. **Iranian journal of basic medical sciences**, v. 16, n. 10, p. 1071–4, out. 2013.

GETZ, Miriam; HUTZLER, Yeshayahu; VERMEER, Adri. Effects of aquatic interventions in children with neuromotor impairments: a systematic review of the literature. **Clinical Rehabilitation**, v. 20, n. 11, p. 927–936, 1 nov. 2006.

GLASS, Graeme E. Photobiomodulation: A review of the molecular evidence for low level light therapy. **Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery**, v. 74, n. 5, p. 1050–1060, maio 2021.

GOLDSTEIN, Edward M. Spasticity Management: An Overview. **Journal of Child Neurology**, v. 16, n. 1, p. 16–23, 2 jan. 2001.

GRACIES, Jean-Michel. Pathophysiology of spastic paresis. II: Emergence of muscle overactivity. **Muscle & Nerve**, v. 31, n. 5, p. 552–571, maio 2005a.

GRACIES, Jean-Michel. Pathophysiology of spastic paresis. I: Paresis and soft tissue changes. **Muscle & Nerve**, v. 31, n. 5, p. 535–551, maio 2005b.

GRAHAM, H. Kerr *et al.* Recommendations for the use of botulinum toxin type A in the management of cerebral palsy. **Gait & Posture**, v. 11, n. 1, p. 67–79, fev. 2000.

HÄGGLUND, Gunnar; WAGNER, Philippe. Development of spasticity with age in a total population of children with cerebral palsy. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 9, n. 1, p. 150, 6 dez. 2008.

HALEY, Stephen M. *et al.* **Pediatric Evaluation of Disability Inventory - PEDI: Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade Versão 1.0 Brasileira. New England Medical Center and PEDI Rearch Group** Boston Trustees of Boston University, , 1992.

HAMAJIMA, S. *et al.* Effect of low-level laser irradiation on osteoglycin gene expression in osteoblasts. **Lasers in Medical Science**, v. 18, n. 2, p. 78–82, 1 maio 2003.

HAMBLIN, Michael R.; DEMIDOVA, Tatiana N. Mechanisms of low level light therapy. *In*: HAMBLIN, Michael R.; WAYNANT, Ronald W.; ANDERS, Juanita (orgs.). 9 fev. 2006.

HARVEY, Lisa A. *et al.* Stretch for the treatment and prevention of contracture: an abridged republication of a Cochrane Systematic Review. **Journal of Physiotherapy**, v. 63, n. 2, p. 67–75, abr. 2017.

HAUGH, A. B.; PANDYAN, A. D.; JOHNSON, G. R. A systematic review of the Tardieu Scale for the measurement of spasticity. **Disability and Rehabilitation**, v. 28, n. 15, p. 899–907, 7 jan. 2006.

HOU, Qiuying; LI, Liang. Efficacy of Rehabilitation Therapy and Pharmacotherapy on Children with Cerebral Palsy: A Meta-Analysis. **Computational and Mathematical Methods in Medicine**, v. 2022, p. 1–9, 9 jul. 2022.

HUANG, Hsiang-han *et al.* Bound for Success: A Systematic Review of Constraint-Induced Movement Therapy in Children With Cerebral Palsy Supports Improved Arm and Hand Use. **Physical Therapy**, v. 89, n. 11, p. 1126–1141, 1 nov. 2009.

IONTA, M. K.; MYERS, B. J.; VOSS, D. E. **Facilitação neuromuscular proprioceptiva**. 3. ed. São Paulo: Panamericana, 1987.

JIMÉNEZ, Amalio *et al.* The Impact of Low-Level Laser Therapy on Spasticity in Children with Spastic Cerebral Palsy: A Systematic Review. **Brain Sciences**, v. 14, n. 12, p. 1179, 25 nov. 2024.

JOHNSON, G. R.; PANDYAN, A. D. The measurement of spasticity. *In*: BARNES, M. P.; JOHNSON, G. R. (Orgs.). **Upper Motor Neurone Syndrome and Spasticity: Clinical Management and Neurophysiology**. 2th. ed. New York: Cambridge University Press, 2008. p. 64–98.

KARU, T. I.; KOLYAKOV, S. F. Exact Action Spectra for Cellular Responses Relevant to Phototherapy. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 23, n. 4, p. 355–361, ago. 2005.

KARU, Tiina I. Mitochondrial Signaling in Mammalian Cells Activated by Red and Near-IR Radiation. **Photochemistry and Photobiology**, v. 84, n. 5, p. 1091–1099, set. 2008.

KATALINIC, Owen M. *et al.* Stretch for the treatment and prevention of contractures. *In*: KATALINIC, Owen M. (Org.). **Cochrane Database of Systematic Reviews**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2010.

KHANNA, Ashwani *et al.* Augmentation of the expression of proangiogenic genes in cardiomyocytes with low dose laser irradiation In vitro. **Cardiovascular Radiation Medicine**, v. 1, n. 3, p. 265–269, jul. 1999.

KHUMAN, Jugta *et al.* Low-Level Laser Light Therapy Improves Cognitive Deficits and Inhibits Microglial Activation after Controlled Cortical Impact in Mice. **Journal of Neurotrauma**, v. 29, n. 2, p. 408–417, 20 jan. 2012.

KIRLIN, Ward G. *et al.* Glutathione redox potential in response to differentiation and enzyme inducers. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 27, n. 11–12, p. 1208–1218, dez. 1999.

KNOX, Virginia; EVANS, Andrew Lloyd. Evaluation of the functional effects of a course of Bobath therapy in children with cerebral palsy: a preliminary study. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 44, n. 07, 6 jul. 2002.

KOMAN, L. Andrew; SMITH, Beth Paterson; SHILT, Jeffrey S. Cerebral palsy. **The Lancet**, v. 363, n. 9421, p. 1619–1631, maio 2004.

KUJAWA, Jolanta *et al.* Effect of Low-Intensity ($3.75\text{--}25\text{ J/cm}^2$) Near-Infrared (810 nm) Laser Radiation on Red Blood Cell ATPase Activities and Membrane Structure. **Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery**, v. 22, n. 2, p. 111–117, abr. 2004.

LANCE, J. W. Spasticity: Disorder of Motor Control. **Year Book Medical Publishers**, p. 485–494, 1980.

LANE, Nick. Power games. **Nature**, v. 443, n. 7114, p. 901–903, 25 out. 2006.

LEAL JUNIOR, Ernesto Cesar Pinto *et al.* Effect of 830 nm low-level laser therapy in exercise-induced skeletal muscle fatigue in humans. **Lasers in Medical Science**, v. 24, n. 3, p. 425–431, 23 maio 2009.

LEAL-JUNIOR, Ernesto Cesar Pinto *et al.* Effect of phototherapy (low-level laser therapy and light-emitting diode therapy) on exercise performance and markers of exercise recovery: a systematic review with meta-analysis. **Lasers in Medical Science**, v. 30, n. 2, p. 925–939, 19 fev. 2015.

LIANG, H. L. *et al.* Photobiomodulation partially rescues visual cortical neurons from cyanide-induced apoptosis. **Neuroscience**, v. 139, n. 2, p. 639–649, jan. 2006.

LIANG, KUNG-YEE; ZEGER, SCOTT L. Longitudinal data analysis using generalized linear models. **Biometrika**, v. 73, n. 1, p. 13–22, 1986.

LIAO, Xuan *et al.* Helium-Neon Laser Irradiation Promotes the Proliferation and Migration of Human Epidermal Stem Cells *In Vitro*: Proposed Mechanism for Enhanced Wound Re-epithelialization. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 32, n. 4, p. 219–225, abr. 2014.

LIGUORI, Sara *et al.* Overview of Cochrane systematic reviews for rehabilitation interventions in individuals with cerebral palsy: A mapping synthesis. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 65, n. 10, p. 1280–1291, 12 out. 2023.

LIM, WonBong *et al.* Modulation of Lipopolysaccharide-Induced NF- κ B Signaling Pathway by 635 nm Irradiation *via* Heat Shock Protein 27 in Human Gingival Fibroblast Cells. **Photochemistry and Photobiology**, v. 89, n. 1, p. 199–207, jan. 2013.

LIN, Feng *et al.* Lasers, stem cells, and COPD. **Journal of Translational Medicine**, v. 8, n. 1, p. 16, 16 dez. 2010.

LIN, J. P. THE CEREBRAL PALSIES: A PHYSIOLOGICAL APPROACH. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, v. 74, n. 90001, p. 23i–229, 1 mar. 2003.

LIU, Hongjun *et al.* Redox-Dependent Transcriptional Regulation. **Circulation Research**, v. 97, n. 10, p. 967–974, 11 nov. 2005.

LIU, Xiao-Guang *et al.* Effects of Low-Level Laser Irradiation on Rat Skeletal Muscle Injury after Eccentric Exercise. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 27, n. 6, p. 863–869, dez. 2009.

LUBART, Rachel *et al.* Low-Energy Laser Irradiation Promotes Cellular Redox Activity. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 23, n. 1, p. 3–9, fev. 2005.

LUKBAN, Marissa Barlaan; ROSALES, Raymond L.; DRESSLER, Dirk. Effectiveness of botulinum toxin A for upper and lower limb spasticity in children with cerebral palsy: a summary of evidence. **Journal of Neural Transmission**, v. 116, n. 3, p. 319–331, 14 mar. 2009.

LUO, Li *et al.* Effects of low-level laser therapy on ROS homeostasis and expression of IGF-1 and TGF- β 1 in skeletal muscle during the repair process. **Lasers in Medical Science**, v. 28, n. 3, p. 725–734, 20 maio 2013.

MALAIYA, Ritu *et al.* The morphology of the medial gastrocnemius in typically developing children and children with spastic hemiplegic cerebral palsy. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 17, n. 6, p. 657–663, dez. 2007.

MARQUES, Priscilla da Silva; NOGUEIRA, Scheyla Paula Bollmann Oleskovicz. Efeitos da Eletroestimulação Funcional e Kabat na Funcionalidade do Membro Superior de Hemiparéticos. **Revista Neurociências**, v. 19, n. 4, p. 694–701, 31 mar. 2001.

MARTINELLI, Andréia *et al.* Vascular photobiomodulation increases muscle fiber diameter and improves the gait during compensatory hypertrophy of plantar muscle in rats. **Journal of Biophotonics**, v. 15, n. 12, 11 dez. 2022.

MCRAE, Ronald. **Clinical Orthopaedic Examination**. 6. ed. [S.l.]: Elsevier, 2011.

MEDRADO, Alena R. A. P. *et al.* Influence of low level laser therapy on wound healing and its biological action upon myofibroblasts. **Lasers in Surgery and Medicine**, v. 32, n. 3, p. 239–244, mar. 2003.

MESQUITA-FERRARI, Raquel Agnelli *et al.* Effects of low-level laser therapy on expression of TNF- α and TGF- β in skeletal muscle during the repair process. **Lasers in Medical Science**, v. 26, n. 3, p. 335–340, 4 maio 2011.

Michaelis Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. [S.l.]: Melhoramentos, 2015.

MOHER, David *et al.* CONSORT 2010 explanation and elaboration: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. **BMJ (Clinical research ed.)**, v. 340, p. c869, 23 mar. 2010.

MOREAU, NOELLE G.; TEEFEY, SHARLENE A.; DAMIANO, DIANE L. In vivo muscle architecture and size of the rectus femoris and vastus lateralis in children and adolescents with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 51, n. 10, p. 800–806, 7 out. 2009.

NASCIMENTO, Jéssica Junia Aparecida Cardoso *et al.* Effects of photobiomodulation therapy on functional recovery, angiogenesis and redox status in denervated muscle of rats. **Einstein (São Paulo)**, v. 19, 13 set. 2021.

NATIONAL INSTITUTE FOR HEALTH AND CARE EXCELLENCE (NICE). **Spasticity in under 19s: management**. [S.l.]: Clinical Guideline, 2012.

NEIBURGER, E. J. Rapid healing of gingival incisions by the helium-neon diode laser. **Journal of the Massachusetts Dental Society**, v. 48, n. 1, p. 8–13, 40, 1999.

NIELSEN, Ole Bækgaard; DE PAOLI, Frank Vincenzo. Regulation of $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ homeostasis and excitability in contracting muscles: implications for fatigue. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 32, n. 5, p. 974–984, out. 2007.

NOURIZADEH, Mehdi *et al.* Methods of muscle spasticity assessment in children with cerebral palsy: a scoping review. **Journal of Orthopaedic Surgery and Research**, v. 19, n. 1, p. 401, 11 jul. 2024.

NUMANOĞLU, Ayşe; GÜNEL, Mintaze Kerem. Intraobserver reliability of modified Ashworth scale and modified Tardieu scale in the assessment of spasticity in children with cerebral palsy. **Acta orthopaedica et traumatologica turcica**, v. 46, n. 3, p. 196–200, 2012.

ODDING, Else; ROEBROECK, Marij E.; STAM, Hendrik J. The epidemiology of cerebral palsy: Incidence, impairments and risk factors. **Disability and Rehabilitation**, v. 28, n. 4, p. 183–191, 7 jan. 2006.

OLSON, James E.; SCHIMMERLING, Walter; TOBIAS, Cornelius A. Laser action spectrum of reduced excitability in nerve cells. **Brain Research**, v. 204, n. 2, p. 436–440, jan. 1981.

PALISANO, Robert *et al.* Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 39, n. 4, p. 214–223, 29 set. 2008a.

PALISANO, Robert J. *et al.* Content validity of the expanded and revised Gross Motor Function Classification System. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 50, n. 10, p. 744–750, out. 2008b.

PANDYAN, A. D. *et al.* A review of the properties and limitations of the Ashworth and modified Ashworth Scales as measures of spasticity. **Clinical Rehabilitation**, v. 13, n. 5, p. 373–383, 1 out. 1999.

PANDYAN, AD *et al.* Spasticity: Clinical perceptions, neurological realities and meaningful measurement. **Disability and Rehabilitation**, v. 27, n. 1–2, p. 2–6, 7 jan. 2005.

PANHOCA, Vitor Hugo *et al.* Comparative clinical study of light analgesic effect on temporomandibular disorder (TMD) using red and infrared led therapy. **Lasers in Medical Science**, v. 30, n. 2, p. 815–822, 3 fev. 2015.

PASSARELLA, S. He–Ne laser irradiation of isolated mitochondria. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 3, n. 4, p. 642, ago. 1989.

PATEL, Dilip R. *et al.* Cerebral palsy in children: A clinical practice review. **Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care**, v. 54, n. 11, p. 101673, nov. 2024.

PENNINGTON, LINDSAY *et al.* Intensive speech and language therapy for older children with cerebral palsy: a systems approach. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 52, n. 4, p. 337–344, abr. 2010.

PETEK BALCI, Belgin. Spasticity measurement. **Archives of Neuropsychiatry**, 2018.

PHADKE, Chetan P. *et al.* Revisiting Physiologic and Psychologic Triggers that Increase Spasticity. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 92, n. 4, p. 357–369, abr. 2013.

PIERCE, Samuel R. *et al.* The Relationship Between Spasticity and Muscle Volume of the Knee Extensors in Children With Cerebral Palsy. **Pediatric Physical Therapy**, v. 24, n. 2, p. 177–181, 2012.

PLAETZER, Kristjan *et al.* Characterization of the cell death modes and the associated changes in cellular energy supply in response to AIPcS4-PDT. **Photochemical & Photobiological Sciences**, v. 1, n. 3, p. 172–177, 15 mar. 2002.

PLATZ, Thomas. **Clinical Pathways in Stroke Rehabilitation**. Cham: Springer International Publishing, 2021.

POYTON, Robert O.; BALL, Kerri A. Therapeutic photobiomodulation: nitric oxide and a novel function of mitochondrial cytochrome c oxidase. **Discovery medicine**, v. 11, n. 57, p. 154–9, fev. 2011.

PREISSNER, Kathy Saracco. The Effects of Serial Casting on Spasticity: A Literature Review. **Occupational Therapy In Health Care**, v. 14, n. 2, p. 99–106, 3 jan. 2002.

PUTRI, Dian E. *et al.* The Effect of Laser Acupuncture on Spasticity in Children with Spastic Cerebral Palsy. **JAMS Journal of Acupuncture and Meridian Studies**, v. 13, n. 5, p. 152–156, 1 out. 2020.

RAGHAVAN, Preeti. Muscle physiology in spasticity and muscle stiffness. **Toxicon**, v. 259, p. 108350, maio 2025.

RAMSTAD, Kjersti *et al.* Mental health, health related quality of life and recurrent musculoskeletal pain in children with cerebral palsy 8–18 years old. **Disability and Rehabilitation**, v. 34, n. 19, p. 1589–1595, 22 set. 2012.

REDDIHOUGH, Dinah S. *et al.* Efficacy of programmes based on Conductive Education for young children with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 40, n. 11, p. 763–770, 12 nov. 2008.

RENNÓ, Ana Claudia Muniz *et al.* Comparative Effects of Low-Intensity Pulsed Ultrasound and Low-Level Laser Therapy on Injured Skeletal Muscle. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 29, n. 1, p. 5–10, jan. 2011.

RIBEIRO, Beatriz Guimarães *et al.* The effect of low-level laser therapy (LLLT) applied prior to muscle injury. **Lasers in Surgery and Medicine**, v. 47, n. 7, p. 571–578, set. 2015.

RIVELIS, Yulia; ZAFAR, Nowera; MORICE, Karen. **Spasticity**. [S.l.: S.n.].

RIZZI, Carem Fetter *et al.* Effects of low-level laser therapy (LLLT) on the nuclear factor (NF)-κB signaling pathway in traumatized muscle. **Lasers in Surgery and Medicine**, v. 38, n. 7, p. 704–713, ago. 2006.

ROCHKIND, Shimon *et al.* Increase of neuronal sprouting and migration using 780 nm laser phototherapy as procedure for cell therapy. **Lasers in Surgery and Medicine**, v. 41, n. 4, p. 277–281, abr. 2009.

ROCHKIND, Shimon; GEUNA, Stefano; SHAINBERG, Asher. Phototherapy and Nerve Injury. *In: [S.l.: S.n.]*. p. 99–109.

RONAN, Susan; GOLD, Joan T. Nonoperative management of spasticity in children. **Child's Nervous System**, v. 23, n. 9, p. 943–956, 2 ago. 2007.

ROYAL COLLEGE OF PHYSICIANS. **Spasticity in adults: management using botulinum toxin. National Guidelines**. 2th. ed. London: Royal College of Physicians, 2018.

SANTOS, Larissa Aline *et al.* Effects of pre-irradiation of low-level laser therapy with different doses and wavelengths in skeletal muscle performance, fatigue, and skeletal muscle damage induced by tetanic contractions in rats. **Lasers in Medical Science**, v. 29, n. 5, p. 1617–1626, 21 set. 2014.

SANTOS, Maria Teresa Botti Rodrigues *et al.* Photobiomodulation effect on the masseter muscle in children with cerebral palsy: a case report. **Acta Fisiátrica**, v. 22, n. 1, 2015.

SANTOS, Maria Teresa Botti Rodrigues *et al.* Evaluation of low-level laser therapy in the treatment of masticatory muscles spasticity in children with cerebral palsy. **Journal of Biomedical Optics**, v. 21, n. 2, p. 028001, 16 fev. 2016.

SANTOS, Maria Teresa Botti Rodrigues *et al.* Efficacy of photobiomodulation therapy on masseter thickness and oral health-related quality of life in children with spastic cerebral palsy. **Lasers in Medical Science**, v. 32, n. 6, p. 1279–1288, 23 ago. 2017a.

SANTOS, Maria Teresa Botti Rodrigues *et al.* Efficacy of photobiomodulation therapy on masseter thickness and oral health-related quality of life in children with spastic cerebral palsy. **Lasers in Medical Science**, v. 32, n. 6, p. 1279–1288, 23 ago. 2017b.

SÄTILÄ, Heli. Over 25 Years of Pediatric Botulinum Toxin Treatments: What Have We Learned from Injection Techniques, Doses, Dilutions, and Recovery of Repeated Injections? **Toxins**, v. 12, n. 7, 6 jul. 2020.

SAYED, Ramy K. A. *et al.* The Structural Adaptations That Mediate Disuse-Induced Atrophy of Skeletal Muscle. **Cells**, v. 12, n. 24, p. 2811, 10 dez. 2023.

SHILESH, Kirthana; KARTHIKBABU, Suruliraj; RAO, Pratiksha Tilak. The Impact of Functional Strength Training on Muscle Strength and Mobility in Children with Spastic Cerebral Palsy – A Systematic Review and Meta-Analysis. **Developmental Neurorehabilitation**, v. 26, n. 4, p. 262–277, 19 maio 2023.

SILVEIRA, Paulo C. L. *et al.* Evaluation of mitochondrial respiratory chain activity in muscle healing by low-level laser therapy. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 95, n. 2, p. 89–92, maio 2009.

SILVEIRA, Paulo Cesar Lock *et al.* Effects of low-level laser therapy (GaAs) in an animal model of muscular damage induced by trauma. **Lasers in Medical Science**, v. 28, n. 2, p. 431–436, 8 fev. 2013.

SMITH, Martin; KURIAN, Manju A. The medical management of cerebral palsy. **Paediatrics and Child Health**, v. 22, n. 9, p. 372–376, set. 2012.

SONG, Shipeng *et al.* cDNA Microarray Analysis of Gene Expression Profiles in Human Fibroblast Cells Irradiated with Red Light. **Journal of Investigative Dermatology**, v. 120, n. 5, p. 849–857, maio 2003.

SPERANDIO, Felipe F. *et al.* Low-level laser irradiation promotes the proliferation and maturation of keratinocytes during epithelial wound repair. **Journal of Biophotonics**, v. 8, n. 10, p. 795–803, out. 2015.

SPRIGGS, Merle; CALDWELL, Patrina HY. The ethics of paediatric research. **Journal of Paediatrics and Child Health**, v. 47, n. 9, p. 664–667, set. 2011.

SRINIVASAN, Satish; AVADHANI, Narayan G. Cytochrome c oxidase dysfunction in oxidative stress. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 53, n. 6, p. 1252–1263, set. 2012.

STAMBOROWSKI, Sadi F. *et al.* **A Comprehensive Review on the Effects of Laser Photobiomodulation on Skeletal Muscle Fatigue in Spastic Patients.** **International Journal of Photoenergy** Hindawi Limited, , 2021.

STERBA, John A. Does horseback riding therapy or therapist-directed hippotherapy rehabilitate children with cerebral palsy? **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 49, n. 1, p. 68–73, 21 dez. 2006.

STEWART, K. Massage for children with cerebral palsy. **Nursing times**, v. 96, n. 1, p. 50–1, [S.d.].

STROBL, Walter *et al.* Best Clinical Practice in Botulinum Toxin Treatment for Children with Cerebral Palsy. **Toxins**, v. 7, n. 5, p. 1629–1648, 11 maio 2015.

STROKE FOUNDATION (ORG.). Chapter 6 of 8: Managing complications. *In*: **Clinical Guidelines for Stroke Management 2017**. Melbourne: Stroke Foundation, 2019.

SUTHERLAND, John C. Biological Effects of Polychromatic Light¶. **Photochemistry and Photobiology**, v. 76, n. 2, p. 164, 2002.

SVEDBERG, Lena; NORDAHL, Gunnar; LUNDEBERG, Thomas. Electro-acupuncture in a child with mild spastic hemiplegic cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 45, n. 07, 25 jul. 2003.

SYNNOT, Anneliese *et al.* Interventions for managing skeletal muscle spasticity following traumatic brain injury. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, 22 nov. 2017.

SZYMANSKA, J. *et al.* Phototherapy with low-level laser influences the proliferation of endothelial cells and vascular endothelial growth factor and transforming growth factor-beta secretion. **Journal of physiology and pharmacology : an official journal of the Polish Physiological Society**, v. 64, n. 3, p. 387–91, jun. 2013.

TANBOGA, I. *et al.* The effect of low level laser therapy on pain during dental tooth-cavity preparation in children. **European Archives of Paediatric Dentistry**, v. 12, n. 2, p. 93–95, 30 abr. 2011.

TELES, Fernanda Moreira; RESEGUE, Rosa; PUCCINI, Rosana Fiorini. Care needs of children with disabilities – Use of the Pediatric Evaluation of Disability Inventory. **Revista Paulista de Pediatria (English Edition)**, v. 34, n. 4, p. 447–453, dez. 2016.

TILTON, Ann H. Management of spasticity in children with cerebral palsy. **Seminars in Pediatric Neurology**, v. 11, n. 1, p. 58–65, mar. 2004.

TOMAZONI, Shaiane Silva *et al.* Effects of photobiomodulation therapy, pharmacological therapy, and physical exercise as single and/or combined treatment on the inflammatory response induced by experimental osteoarthritis. **Lasers in Medical Science**, v. 32, n. 1, p. 101–108, 10 jan. 2017.

TROMPETTO, Carlo *et al.* Pathophysiology of Spasticity: Implications for Neurorehabilitation. **BioMed Research International**, v. 2014, p. 1–8, 2014.

TSAI, Wen-Chung *et al.* Low-Level Laser Irradiation Stimulates Tenocyte Migration with Up-Regulation of Dynamin II Expression. **PLoS ONE**, v. 7, n. 5, p. e38235, 30 maio 2012.

TSUCHIYA, Kazuaki *et al.* LOW LEVEL LASER THERAPY (LLLT) FOR CEREBRAL PALSY. **LASER THERAPY**, v. 17, n. 1, p. 29–33, 2008.

USHIGOME, Nobuyuki *et al.* EFFECTS OF LOW LEVEL LASER THERAPY (LLLT) ON SPASTICITY CAUSED BY CEREBRAL VASCULAR ACCIDENTS (CVAS). **LASER THERAPY**, v. 17, n. 2, p. 95–99, 2008.

VANIN, Adriane Aver *et al.* What is the best moment to apply phototherapy when associated to a strength training program? A randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. **Lasers in Medical Science**, v. 31, n. 8, p. 1555–1564, 1 nov. 2016.

WALKER, J. B. Temporary suppression of clonus in humans by brief photostimulation. **Brain Research**, v. 340, n. 1, p. 109–113, ago. 1985.

WALT. Recommended treatment doses for Low Level Laser Therapy. 2010.

WILLERSLEV-OLSEN, Maria *et al.* Passive muscle properties are altered in children with cerebral palsy before the age of 3 years and are difficult to distinguish clinically from spasticity. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 55, n. 7, p. 617–623, jul. 2013.

WILLERSLEV-OLSEN, Maria *et al.* Impaired muscle growth precedes development of increased stiffness of the triceps surae musculotendinous unit in children with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 60, n. 7, p. 672–679, jul. 2018.

WONG-RILEY, Margaret T. T. *et al.* Photobiomodulation Directly Benefits Primary Neurons Functionally Inactivated by Toxins. **Journal of Biological Chemistry**, v. 280, n. 6, p. 4761–4771, fev. 2005.

WORLD MEDICAL ASSOCIATION DECLARATION OF HELSINKI. **World Medical Association Declaration of Helsinki - Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects**. Helsinki: [S.n.]. Disponível em:

<<https://web.archive.org/web/20091015082020/http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/index.html1/5TheWaybackMachine-https://web.archive.org/web/20091015082020/http://www.wma.net:80/en/30publications/10poli...>>.

WU, Shengnan *et al.* Cancer Phototherapy *via* Selective Photoinactivation of Respiratory Chain Oxidase to Trigger a Fatal Superoxide Anion Burst. **Antioxidants & Redox Signaling**, v. 20, n. 5, p. 733–746, 10 fev. 2014.

XUAN, Weijun *et al.* Low-level laser therapy for traumatic brain injury in mice increases brain derived neurotrophic factor (BDNF) and synaptogenesis. **Journal of Biophotonics**, v. 8, n. 6, p. 502–511, jun. 2015.

YAN, Weixing; CHOW, Roberta; ARMATI, Patricia J. Inhibitory effects of visible 650-nm and infrared 808-nm laser irradiation on somatosensory and compound muscle action potentials in rat sciatic nerve: implications for laser-induced analgesia. **Journal of the Peripheral Nervous System**, v. 16, n. 2, p. 130–135, jun. 2011.

YANG, Min *et al.* Adriamycin stimulates proliferation of human lymphoblastic leukaemic cells via a mechanism of hydrogen peroxide (H_2O_2) production. **British Journal of Haematology**, v. 95, n. 2, p. 339–344, 29 nov. 1996.

ZHANG, Heng; WU, Shengnan; XING, Da. Inhibition of A β 25–35-induced cell apoptosis by Low-power-laser-irradiation (LPLI) through promoting Akt-dependent YAP cytoplasmic translocation. **Cellular Signalling**, v. 24, n. 1, p. 224–232, jan. 2012.

8 APÊNDICES

8.1 Apêndice 1 – TCLE

Página 1 de 4

TCLE - Termo de Consentimento livre e esclarecido para Participação em Pesquisa Clínica:

Nome do participante: _____

Endereço: _____

Telefone para contato: _____ Cidade: _____ CEP: _____

E-mail: _____

1.Título do Trabalho Experimental: Fotobiomodulação no tratamento de espasticidade em crianças com diagnóstico de paralisia cerebral. Estudo fase II duplo cego, controlado, randomizado.

2.Objetivo: Avaliar a ação do tratamento com a luz LED na espasticidade dos músculos da batata da perna direita de crianças com paralisia cerebral espástica.

3.Justificativa: Acreditamos que o tratamento com a luz do LED tem efeito em diminuir a rigidez da perna em crianças que tem o problema de paralisia cerebral chamada espástica, que é esta paralisia em que a perna fica dura. O LED é uma luz. A terapia com o LED é feita com um pequeno aparelho e um cabo que emite uma luz vermelha, que não dói, não fura nem espeta o participante e é aplicada sobre a pele por alguns segundos. Além disso, o tratamento tem chance de diminuir a dor, melhorar os movimentos e a função da perna em que será aplicado. O LED não cura a paralisia cerebral nem a espasticidade. Este tratamento tem a possibilidade de melhorar o músculo da perna e, com isso, ajudar a fisioterapia. Este tratamento não causa dor nem desconforto para a pessoa, é rápido e não tem nenhum efeito negativo para quem recebe.

4. Procedimentos da Fase Experimental: Estamos convidando seu filho(a) para participar desta pesquisa em que iremos aplicar uma luz LED na batata da perna direita dele(a) por 30 segundos, cerca de 1 vez na semana por 8 semanas seguidas, no mesmo dia da fisioterapia dele(a) aqui na UNINOVE.

Se você aceitar que seu(sua) filho(a) participe desta pesquisa, iremos verificar informações do prontuário dele(a) sobre o estado da doença, sobre o tratamento realizado na fisioterapia da UNINOVE, sobre o peso, altura, idade e outras doenças que ele(a) possui. Você ou seu(sua) filho(a) irão também responder algumas perguntas de questionários com objetivo de avaliação da qualidade de vida, estas perguntas são a respeito de sobre como ele(a) faz para se locomover e realizar as atividades diárias e se ele(a) sente dor. De preferência, as perguntas serão respondidas pelo(a) seu(sua) filho(a), caso ele(a) não consiga responder (porque não fala ainda, ou não consegue se comunicar, ou não consegue responder adequadamente) você irá responder por ele(a) ou pode ajudá-lo a entender se ele precisar. Estas perguntas serão feitas pelo pesquisador executante do estudo.

Os participantes que aceitarem participar serão divididos por sorteio em 02 grupos diferentes. Se ele(a) for sorteado(a) para o grupo tratamento irá realizar o tratamento com o LED e receberá uma sessão de alongamento do músculo da batata da perna, sempre antes

da sessão de fisioterapia que ele faz aqui no ambulatório da UNINOVE, 1 vez por semana durante 8 semanas, aqui no ambulatório, nos mesmos dias da fisioterapia. Se ele for sorteado para o grupo controle receberá uma sessão de alongamento do músculo da batata da perna e uma imitação do tratamento com LED, sempre antes da sessão de fisioterapia que ele faz aqui no ambulatório da UNINOVE, 1 vez por semana durante 8 semanas, aqui no ambulatório, nos mesmos dias da fisioterapia. Mas nesse segundo grupo, chamado de grupo controle, o aparelho estará desligado e não produzirá nenhum efeito. Após o término das 8 semanas faremos novamente as perguntas realizadas no início. Caso você aceite que seu(sua) filho(a) participe, este estudo não irá atrapalhar o tratamento de saúde habitual de seu(sua) filho(a) que continuará normalmente.

Não serão tiradas fotos ou gravados vídeos de seu(sua) filho(a) neste estudo.

5.Desconforto ou Riscos Esperados: A terapia da do LED é uma técnica segura, com poucos efeitos colaterais leves que em geral desaparecem sozinhos e que acontecem muito raramente. Caso seja aplicado de maneira inadequada, muito raramente pode haver o risco de queimaduras. Além disso, às vezes no momento da aplicação se for feita do modo ou na dose errada, ele pode sentir a sensação de ardor local, queimação, desconforto local durante a aplicação e caso ocorra a irradiação acidental nos olhos, queimadura dos olhos. O tipo de luz usada neste tratamento pode machucar os olhos e dependendo da forma que a luz atinge o olho pode causar cegueira permanente. Há a possibilidade dele ou você sentir vergonha quando perguntarmos algumas informações necessárias para a pesquisa.



6. Medidas protetivas aos riscos: Para evitar o risco de machucar os olhos ou a pele, o tratamento com luz será realizado por uma pessoa treinada e estudada para isso, que jamais irá mirar a luz nos olhos de uma pessoa, além disso o aparelho que faz a luz tem a proteção de desligar tudo sozinho caso aconteça do aparelho escapar ou cair da mão do operador. Ainda para proteger os olhos, durante este tratamento com a luz você e todos presentes na sala irão usar óculos especiais para a proteção, e seu(sua) filho(a) irá ficar com os olhos fechados e protegidos por um tampão protetor durante todo o tempo de tratamento.

7. Benefícios da Pesquisa: Somente no final do estudo após a análise dos resultados poderemos concluir a presença de algum benefício. Não será fornecido durante o estudo pagamento aos participantes e seus responsáveis.

8. Métodos Alternativos Existentes: Não há aqui na UNINOVE outras técnicas alternativas que podem ser usadas no lugar do LED além daquelas já descritas aqui ou que você utiliza na reabilitação. Os outros tratamentos disponíveis para a espasticidade são aqueles

utilizados nos locais de atendimento médico de reabilitação que você frequenta como paciente.

9. Retirada do Consentimento: Você pode retirar seu(sua) filho(a) da pesquisa no momento que achar necessário sem nenhum prejuízo para o tratamento de rotina de seu(sua) filho(a). Ele(a) seguirá seu tratamento na Instituição de saúde que frequenta normalmente, conforme designado pela equipe que o acompanha. Não haverá prejuízo ao tratamento e não há efeitos ruins do tratamento do LED no tratamento dele(a). A qualquer momento que você desejar você pode retirar seu(sua) filho(a) do estudo sem prejuízo do tratamento. Você poderá em qualquer momento também retirar seu consentimento da participação ou mesmo solicitar remoção da pesquisa dos dados sobre ele(a), sem nenhum prejuízo.

10. Garantia do Sigilo: Todos os profissionais envolvidos no estudo garantem total sigilo sobre todos os dados e informações fornecidos por você para a pesquisa em questão. Ao final da pesquisa você será informado a respeito dos resultados obtidos. Todos os dados serão mantidos com sigilo, e sua identidade não será revelada. As informações obtidas serão analisadas em conjunto com outros participantes, não sendo divulgada a identificação de nenhum participante.

11. Formas de Ressarcimento das Despesas decorrentes da Participação na Pesquisa: Os pesquisadores fornecerão todos os equipamentos e materiais necessários para a realização do estudo, por isso não há custo referente ao estudo para você. Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo. Também não há pagamento relacionado à sua participação. Os pesquisadores não poderão fornecer atestados, certidões e/ou segunda via de documentos, nem relatórios médicos ou de participação na pesquisa. O participante ou responsável do participante pode ter acesso a todos os dados dele mesmo em qualquer fase do estudo.

12. Local da Pesquisa: A pesquisa será realizada no ambulatório de Fisioterapia do Serviço de Fisioterapia da Universidade Nove de Julho Campus Memorial, localizado no endereço Avenida Adolpho Pinto, 109, Bairro Barra Funda na Cidade de São Paulo, próximo à estação de trem Palmeiras-Barra Funda. O telefone para contato é (11) 2633-9000.

13. Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é um colegiado interdisciplinar e independente, que deve existir nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos participantes de pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos (Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa envolvendo Seres Humanos – Res. CNS nº 466/12 e Res. CNS 510/2016). O Comitê de Ética é responsável pela avaliação e acompanhamento dos protocolos de pesquisa no que corresponde aos aspectos éticos. **Endereço do Comitê de Ética da Uninove:** Rua. Vergueiro nº 235/249 – 12º andar – Liberdade – São Paulo – SP CEP. 01504-001. Telefone: 3385-9010. E-mail: comitedeetica@uninove.br **Horários de atendimento do Comitê de Ética:** segunda-feira a sexta-feira – Das 11h30 às 13h00 e Das 15h30 às 19h00.

14. Nome Completo e telefones dos Pesquisadores (Orientador e Alunos) para Contato: Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas, Profa. Dra. Rebeca Boltes Cecatto e a médica Dra. Ariane Cristina Zöll responsável pelas aplicações- (011) 95250-8990 e e-mail arianecris@uni9.edu.br.

15. Eventuais intercorrências que vierem a surgir no decorrer da pesquisa poderão ser discutidas pelos meios próprios. Se houver algum dano decorrente da pesquisa, você terá

direito a solicitar indenização pelos meios próprios através das vias judiciais cabíveis (Resolução CNS nº. 510/16, Artigo 17, inciso IX).

16. Consentimento Pós-Informação:

Eu, _____, após leitura e compreensão deste termo de informação e consentimento, entendo que a participação do meu(minha) filho(a) é voluntária, e que posso sair a qualquer momento do estudo, sem prejuízo algum. Confirmo que recebi uma via deste termo de consentimento, e autorizo a realização do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos somente neste estudo no meio científico.

Assinatura do Representante Legal do participante da pesquisa.

17. Eu, _____, certifico que:

- a) Esta pesquisa só terá início após a aprovação do(s) referido(s) Comitê(s) de Ética em Pesquisa o qual o projeto foi submetido.
- b) Considerando que a ética em pesquisa implica o respeito pela dignidade humana e a proteção devida aos participantes das pesquisas científicas envolvendo seres humanos;
- c) Este estudo tem mérito científico e a equipe de profissionais devidamente citados neste termo é treinada, capacitada e competente para executar os procedimentos descritos neste termo;

Ariane Cristina Zöll - Assinatura do Pesquisador Responsável

São Paulo, _____ de _____ de 2024.

8.2 Apêndice 2 - Termos de Assentimento por faixa etária

Página 1 de 6



Termo de Assentimento 2 a 4 anos

Olá! Meu nome é Ariane.

Eu trabalho com pesquisa.

Minha Pesquisa atual chama:

“Fotobiomodulação no tratamento de espasticidade em crianças com diagnóstico de paralisia cerebral. Estudo fase II duplo cego, controlado, randomizado”

Página 2 de 6



Algumas crianças, assim como você, tem dificuldade em movimentar as pernas.







Termo de Assentimento 2 a 4 anos

Nome do participante:

Nome do responsável:

Declaração do pesquisador

Declaro que fiz a leitura do termo com o participante, esclareci dúvidas e obtive de forma apropriada e voluntária o assentimento do participante para a participação neste estudo.

Nome do Pesquisador: _____

Assinatura: _____

Local/data: _____

Data ____/____/____

TERMO DE ASSENTIMENTO 5 a 11 anos

Olá! Meu nome é Ariane Cristina Zöll, e faço parte de um grupo de cientistas, trabalhamos na Universidade Nove de Julho na pesquisa: "Fotobiomodulação no tratamento de espasticidade em crianças com diagnóstico de paralisia cerebral. Estudo fase II duplo cego, controlado, randomizado."

Precisamos da sua ajuda para desvendar uma coisa nova.

1	A NOSSA MISSÃO É DESCOBRIR SE A luz melhora o movimento da perna	
2	PARA ISSO VAMOS Encostar uma lanterna com luz especial na sua batata da perna	
3	TUDO ISSO NÃO CAUSA: Dor Machucado Queimadura	MAS PODE: Melhorar o movimento da sua perna

4	MOMENTO DAS PERGUNTAS: 	SE TIVER DÚVIDAS, A QUALQUER MOMENTO, PODE PERGUNTAR. GOSTAMOS DE RESPONDER
5	MOMENTO DE FALAR COM SEUS RESPONSÁVEIS Se você quiser pode conversar com as pessoas da sua família.	
6	HORA DE DIZER SIM OU NÃO! TANTO FAZ DE UM JEITO OU DE OUTRO VAMOS FICAR SATISFEITOS! Além disso, você pode desistir a qualquer momento!	Você topa fazer parte? SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input checked="" type="checkbox"/>



Faça aqui um desenho de aceite ou não.

NOME DO PARTICIPANTE:
 NOME DO RESPONSÁVEL:

Declaração do pesquisador

Declaro que fiz a leitura do termo com o participante, esclareci dúvidas e obtive de forma apropriada e voluntária o assentimento do participante para a participação neste estudo. Declaro ainda que me comprometo a cumprir todos os termos aqui descritos.

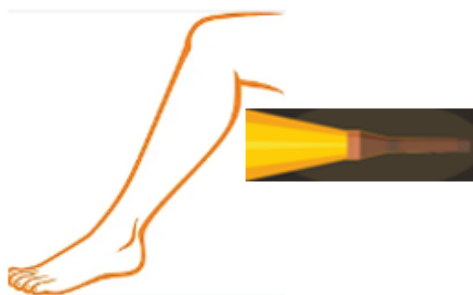
Nome do Pesquisador: _____

Assinatura: _____ Local/data: _____

TERMO DE ASSENTIMENTO 12 a 17 anos

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa “Fotobiomodulação no tratamento de espasticidade em crianças com diagnóstico de paralisia cerebral. Estudo fase II duplo cego, controlado, randomizado”.

O adulto que é responsável por você nos contou que você tem dificuldade em movimentar suas pernas e que elas ficam paradas em uma posição que você não comanda. O nome disso é espasticidade. Queremos aplicar uma luz de LED infravermelho, em alguns pontos da sua batata da perna direita para ver se após esta aplicação você consegue mexer a perna melhor. A luz do LED é feita com um pequeno aparelho e um cabo que faz uma luz vermelha, que não dói, não fura nem espeta e que é aplicada na pele da sua perna por alguns segundos sem doer.



Seus pais deixaram você participar, mas você não é obrigado e se não quiser não tem problema, ninguém irá ficar bravo com você.

Talvez possa acontecer de você ficar com vergonha ou medo, ou ainda não gostar do barulhinho que a luz vermelha emite, mas não tem problema, é só falar que não quer mais participar.

Mas também há coisas legais que podem acontecer como: você gostar da luz e de conseguir mexer a perna melhor.

Ninguém vai saber que você está participando, não contaremos que você não consegue mexer direito a perna.

Vamos usar as informações sobre você para um trabalho, para mostrarmos como a luz de LED infravermelho pode ajudar no movimento da perna, mas ninguém vai saber que essas informações são suas.

Se tiver alguma dúvida ou pergunta, pode pedir para seus responsáveis ligar nesses números: Dra. Arianne Cristina Zöll **TELEFONE (011) (95250-8990) “INCLUSIVE LIGAÇÕES À COBRAR” E-MAIL arianecris@uni9.edu.br**

() SIM, aceito participar, ouvi tudo o que o responsável leu e explicou, e sei que quando não quiser mais participar é só falar não, em qualquer momento. E recebi uma cópia deste papel.

() NÃO, não quero participar.

Nome do Participante:

Nome do Responsável:

Data:

8.3 Apêndice 3 - Ficha de Avaliação.

Data da avaliação: ____/____/____

Pesquisador responsável pela avaliação: _____

Identificação do Participante (Iniciais/Registro HC/ID no Estudo): _____

Idade: _____

Sexo: () Feminino () Masculino

Etiologia da PC: _____

Diagnóstico Topográfico da PC: () Monoplegia () Diplegia () Hemiplegia

() Diplegia () Triplegia () Quadriplegia

Tempo de lesão: _____

Comorbidades: () Não () Sim, Quais? _____

Medicações em uso: () Não () Sim, Quais? _____

Cirurgias prévias: () Não () Sim, Quais? _____

Uso de BOTOX: () Não () Sim, última aplicação em: ____/____/____

Tempo de tratamento na fisioterapia no momento do início do estudo: _____

Descrição do tratamento de fisioterapia em uso na clínica UNINOVE:

Uso de meio auxiliar ou órtese: () Não () Sim, Qual? _____

9 ANEXOS

9.1 Anexo 1 - Checklist CONSORT 2025.

Section/topic	No	CONSORT 2025 checklist item description	Reported on page no.
Title and abstract			
Title and structured abstract	1a	Identification as a randomised trial	01
	1b	Structured summary of the trial design, methods, results, and conclusions	08
Open science			
Trial registration	2	Name of trial registry, identifying number (with URL) and date of registration	44
Protocol and statistical analysis plan	3	Where the trial protocol and statistical analysis plan can be accessed	44
Data sharing	4	Where and how the individual de-identified participant data (including data dictionary), statistical code and any other materials can be accessed	44
Funding and conflicts of interest	5a	Sources of funding and other support (eg, supply of drugs), and role of funders in the design, conduct, analysis and reporting of the trial	44
	5b	Financial and other conflicts of interest of the manuscript authors	-
Introduction			
Background and rationale	6	Scientific background and rationale	32
Objectives	7	Specific objectives related to benefits and harms	43
Methods			
Patient and public involvement	8	Details of patient or public involvement in the design, conduct and reporting of the trial	44
Trial design	9	Description of trial design including type of trial (eg, parallel group, crossover), allocation ratio, and framework (eg, superiority, equivalence, non-inferiority, exploratory)	44
Changes to trial protocol	10	Important changes to the trial after it commenced including any outcomes or analyses that were not prespecified, with reason	44
Trial setting	11	Settings (eg, community, hospital) and locations (eg, countries, sites) where the trial was conducted	44
Eligibility criteria	12a	Eligibility criteria for participants	44
	12b	If applicable, eligibility criteria for sites and for individuals delivering the interventions (eg, surgeons, physiotherapists)	-
Intervention and comparator	13	Intervention and comparator with sufficient details to allow replication. If relevant, where additional materials describing the intervention and comparator (eg, intervention manual) can be accessed	61
Outcomes	14	Prespecified primary and secondary outcomes, including the specific measurement variable (eg, systolic blood pressure), analysis metric (eg, change from baseline, final value, time to event), method of aggregation (eg, median, proportion), and time point for each outcome	51
Harms	15	How harms were defined and assessed (eg, systematically, non-systematically)	52
Sample size	16a	How sample size was determined, including all assumptions supporting the sample size calculation	44
	16b	Explanation of any interim analyses and stopping guidelines	67
Randomisation:			
Sequence generation	17a	Who generated the random allocation sequence and the method used	47
	17b	Type of randomisation and details of any restriction (eg, stratification, blocking and block size)	47

			Reported on page no.
Allocation concealment mechanism	18	Mechanism used to implement the random allocation sequence (eg, central computer/telephone; sequentially numbered, opaque, sealed containers), describing any steps to conceal the sequence until interventions were assigned	47
Implementation	19	Whether the personnel who enrolled and those who assigned participants to the interventions had access to the random allocation sequence	47-48
Blinding	20a	Who was blinded after assignment to interventions (eg, participants, care providers, outcome assessors, data analysts)	47-48
	20b	If blinded, how blinding was achieved and description of the similarity of interventions	47-48
Statistical methods	21a	Statistical methods used to compare groups for primary and secondary outcomes, including harms	69
	21b	Definition of who is included in each analysis (eg, all randomised participants), and in which group	67
	21c	How missing data were handled in the analysis	67
	21d	Methods for any additional analyses (eg, subgroup and sensitivity analyses), distinguishing prespecified from post hoc	81
Results			
Participant flow, including flow diagram	22a	For each group, the numbers of participants who were randomly assigned, received intended intervention, and were analysed for the primary outcome	67
	22b	For each group, losses and exclusions after randomisation, together with reasons	67
Recruitment	23a	Dates defining the periods of recruitment and follow-up for outcomes of benefits and harms	67
	23b	If relevant, why the trial ended or was stopped	67
Intervention and comparator delivery	24a	Intervention and comparator as they were actually administered (eg, where appropriate, who delivered the intervention/comparator, how participants adhered, whether they were delivered as intended (fidelity))	82
	24b	Concomitant care received during the trial for each group	68
Baseline data	25	A table showing baseline demographic and clinical characteristics for each group	68
Numbers analysed, outcomes and estimation	26	For each primary and secondary outcome, by group: <ul style="list-style-type: none"> • the number of participants included in the analysis • the number of participants with available data at the outcome time point • result for each group, and the estimated effect size and its precision (such as 95% confidence interval) • for binary outcomes, presentation of both absolute and relative effect size 	
Harms	27	All harms or unintended events in each group	75
Ancillary analyses	28	Any other analyses performed, including subgroup and sensitivity analyses, distinguishing pre-specified from post hoc	73
Discussion			81
Interpretation	29	Interpretation consistent with results, balancing benefits and harms, and considering other relevant evidence	76
Limitations	30	Trial limitations, addressing sources of potential bias, imprecision, generalisability, and, if relevant, multiplicity of analyses	

Citation: Hopewell S, Chan AW, Collins GS, Hróbjartsson A, Moher D, Schulz KF, et al. CONSORT 2025 Statement: updated guideline for reporting randomised trials. BMJ. 2025; 388:e081123. <https://dx.doi.org/10.1136/bmj-2024-081123>

© 2025 Hopewell et al. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

*We strongly recommend reading this statement in conjunction with the CONSORT 2025 Explanation and Elaboration and/or the CONSORT 2025 Expanded Checklist for important clarifications on all the items. We also recommend reading relevant CONSORT extensions. See www.consort-spirit.org.

9.2 Anexo 2 - PEDI (Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade).

Área de Mobilidade (Marque o correspondente para cada item; escores dos itens: 0 = incapaz; 1 = capaz)

A: TRANSFERÊNCIAS NO BANHEIRO		0	1
1- Fica sentado se estiver apoiado em equipamento ou no adulto			
2- Fica sentado sem apoio na privada ou troninho			
3- Senta e levanta de privada baixa ou troninho			
4- Senta e levanta de privada própria para adulto			
5- Senta e levanta da privada sem usar seus próprios braços			

B: TRANSFERÊNCIAS DE CADEIRAS/ CADEIRAS DE RODAS		0	1
6- Fica sentado se estiver apoiado em equipamento ou adulto			
7- Fica sentado em cadeira ou banco sem apoio			
8- Senta e levanta de cadeira, mobília baixa/infantis			
9- Senta e levanta de cadeira/cadeira de rodas de tamanho adulto			
10- Senta e levanta de cadeira sem usar seus próprios braços			

C-1: TRANSFERÊNCIAS NO CARRO		0	1
11a- Movimenta-se no carro; mexe-se e sobe/desce da cadeirinha de carro			
12a- Entra e sai do carro com pouco auxílio ou instrução			
13a- Entra e sai do carro sem assistência ou instrução			
14a- Maneja cinto de segurança ou cinto da cadeirinha de carro			
15a- Entra e sai do carro e abre e fecha a porta do mesmo			

C-2: TRANSFERÊNCIAS NO ÔNIBUS		0	1
11b- Sobe e desce do banco do ônibus			
12b- Move-se com ônibus em movimento			
13b- Desce a escada do ônibus			
14b- Passa na roleta			
15b- Sobe a escada do ônibus			

D: MOBILIDADE NA CAMA / TRANSFERÊNCIAS		0	1
16- Passa de deitado para sentado na cama ou berço			
17- Passa para sentado na beirada da cama; deita a partir de sentado na beirada da cama			
18- Sobe e desce de sua própria cama			
19- Sobe e desce de sua própria cama, sem usar seus braços			

E: TRANSFERÊNCIAS NO CHUVEIRO		0	1
20- Entra no chuveiro			
21- Sai do chuveiro			
22- Agacha para pegar sabonete ou shampoo no chão			
23- Abre e fecha box/cortinado			
24- Abre e fecha torneira			

F: MÉTODOS DE LOCOMOÇÃO EM AMBIENTE INTERNO (escore 1 se já realiza)		0	1
25- Rola, pivoteia, arrasta ou engatinha no chão			
26- Anda, porém segurando-se na mobília, parede, adulto ou utiliza aparelhos para apoio			
27- Anda sem auxílio			

G: LOCOMOÇÃO EM AMBIENTE INTERNO: DISTÂNCIA/VELOCIDADE (escore 1 se já realiza)		0	1
28- Move-se pelo ambiente, mas com dificuldade (cai; velocidade lenta para a idade)			
29- Move-se pelo ambiente sem dificuldade			
30- Move-se entre ambientes, mas com dificuldade (cai; velocidade lenta para a idade)			
31- Move-se entre ambientes sem dificuldade			
32- Move-se em ambientes internos por 15 m; abre e fecha portas internas e externas			

H: LOCOMOÇÃO EM AMBIENTE INTERNO: ARRASTA / CARREGA OBJETOS		0	1
33- Muda de lugar intencionalmente			
34- Move-se, concomitantemente, com objetos pelo chão			
35- Carrega objetos pequenos que cabem em uma das mãos			
36- Carrega objetos grandes que requerem a utilização das duas mãos			
37- Carrega objetos frágeis ou que contenham líquidos			

I: LOCOMOÇÃO EM AMBIENTE EXTERNO: MÉTODOS		0	1
38- Anda, mas segura em objetos, adultos ou aparelhos de apoio			
39- Anda sem apoio			

J: LOCOMOÇÃO EM AMBIENTE EXTERNO: DISTÂNCIA / VELOCIDADE (escore 1 se já for capaz)		0	1
40- Move-se por 3 - 15 m (comprimento de 1-5 carros)			
41- Move-se por 15 - 30 m (comprimento de 5-10 carros)			
42- Move-se por 30 - 45 m			
43- Move-se por 45 m ou mais, mas com dificuldade (tropeça, velocidade lenta para a idade)			
44- Move-se por 45 m ou mais sem dificuldade			

K: LOCOMOÇÃO EM AMBIENTE EXTERNO: SUPERFÍCIES		0	1
45- Superfícies niveladas (passeios e ruas planas)			
46- Superfícies pouco acidentadas (asfalto rachado)			
47- Superfícies irregulares e acidentadas (gramados e ruas de cascalho)			
48- Sobe e desce rampas ou inclinações			
49- Sobe e desce meio-fio			

L: SUBIR ESCADAS (escore 1 se a criança conquistou previamente a habilidade)		0	1
50- Arrasta-se, engatinha para cima por partes ou lances parciais de escada (1-11 degraus)			
51- Arrasta, engatinha para cima por um lance de escada completo (12-15 degraus)			
52- Sobe partes de um lance de escada (ereto)			
53- Sobe um lance completo, mas com dificuldade (lento para a idade)			
54- Sobe um conjunto de lances de escada sem dificuldade			

M: DESCER ESCADAS (escore 1 se a criança conquistou previamente a habilidade)		0	1
55- Arrasta-se, engatinha para baixo por partes ou lances parciais de escada (1-11 degraus)			
56- Arrasta-se, rasteja para baixo por um lance de escada			
57- Desce, ereto, um lance de escada completo (12-15 degraus)			
58- Desce um lance completo, mas com dificuldade (lento para a idade)			
59- Desce um conjunto de lances de escada sem dificuldade			

Somatório da Área de Mobilidade:

Por favor, certifique-se de ter respondido a todos os itens

Comentários:

Área de Função Social

(Marque o correspondente para cada item; escores dos itens: 0 = incapaz; 1 = capaz)

A: COMPREENSÃO DO SIGNIFICADO DA PALAVRA

- 1- Orienta-se pelo som ☐ 0 ☐ 1
- 2- Reage ao "não"; reconhece próprio nome ou de alguma pessoa familiar ☐ 0 ☐ 1
- 3- Reconhece 10 palavras ☐ 0 ☐ 1
- 4- Entende quando você fala sobre relacionamentos entre pessoas e/ou coisas que são visíveis ☐ 0 ☐ 1
- 5- Entende quando você fala sobre tempo e sequência de eventos ☐ 0 ☐ 1

B: COMPREENSÃO DE SENTENÇAS COMPLEXAS

- 6- Compreende sentenças curtas sobre objetos e pessoas familiares ☐ 0 ☐ 1
- 7- Compreende comandos simples com palavras que descrevem pessoas ou coisas ☐ 0 ☐ 1
- 8- Compreende direções que descrevem onde alguma coisa está ☐ 0 ☐ 1
- 9- Compreende comando de dois passos, utilizando se/então, antes/depois, primeiro/segundo etc. ☐ 0 ☐ 1
- 10- Compreende duas sentenças que falam de um mesmo sujeito, mas de uma forma diferente ☐ 0 ☐ 1

C: USO FUNCIONAL DA COMUNICAÇÃO

- 11- Nomeia objetos ☐ 0 ☐ 1
- 12- Usa palavras específicas ou gestos para direcionar ou requisitar ações de outras pessoas ☐ 0 ☐ 1
- 13- Procura informação fazendo perguntas ☐ 0 ☐ 1
- 14- Descreve ações ou objetos ☐ 0 ☐ 1
- 15- Fala sobre sentimentos ou pensamentos próprios ☐ 0 ☐ 1

D: COMPLEXIDADE DA COMUNICAÇÃO EXPRESSIVA

- 16- Usa gestos que têm propósito adequado ☐ 0 ☐ 1
- 17- Usa uma única palavra com significado adequado ☐ 0 ☐ 1
- 18- Combina duas palavras com significado adequado ☐ 0 ☐ 1
- 19- Usa sentenças de 4-5 palavras ☐ 0 ☐ 1
- 20- Conecta duas ou mais idéias para contar uma história simples ☐ 0 ☐ 1

E: RESOLUÇÃO DE PROBLEMA

- 21- Tenta indicar o problema ou dizer o que é necessário para ajudar a resolvê-lo ☐ 0 ☐ 1
- 22- Se transtornado por causa de um problema, a criança precisa ser ajudada imediatamente, ou o seu comportamento é prejudicado ☐ 0 ☐ 1
- 23- Se transtornado por causa de um problema, a criança consegue pedir ajuda e esperar se houver uma demora de pouco tempo ☐ 0 ☐ 1
- 24- Em situações comuns, a criança descreve o problema e seus sentimentos com algum detalhe (geralmente não faz birra) ☐ 0 ☐ 1
- 25- Diante de algum problema comum, a criança pode procurar um adulto para trabalhar uma solução em conjunto ☐ 0 ☐ 1

F: JOGO SOCIAL INTERATIVO (ADULTOS)

- 26- Mostra interesse em relação a outros ☐ 0 ☐ 1
- 27- Inicia uma brincadeira familiar ☐ 0 ☐ 1
- 28- Aguarda sua vez em um jogo simples, quando é dada dica de que é sua vez ☐ 0 ☐ 1
- 29- Tenta imitar uma ação prévia de um adulto durante uma brincadeira ☐ 0 ☐ 1
- 30- Durante a brincadeira, a criança pode sugerir passos novos ou diferentes, ou responder a uma sugestão de um adulto com uma outra idéia ☐ 0 ☐ 1

G: INTERAÇÃO COM OS COMPANHEIROS (CRIANÇAS DE IDADE SEMELHANTE)

- 31- Percebe a presença de outras crianças e pode vocalizar ou gesticular para os companheiros ☐ 0 ☐ 1
- 32- Interage com outras crianças em situações breves e simples ☐ 0 ☐ 1
- 33- Tenta exercitar brincadeiras simples em uma atividade com outra criança ☐ 0 ☐ 1
- 34- Planeja e executa atividade cooperativa com outras crianças; brincadeira é complexa e mantida ☐ 0 ☐ 1
- 35- Brinca de locos de reatas ☐ 0 ☐ 1

H: BRINCADEIRA COM OBJETOS

- 36- Manipula brinquedos, objetos ou o corpo com intenção ☐ 0 ☐ 1
- 37- Usa objetos reais ou substituídos em sequência simples de faz-de-conta ☐ 0 ☐ 1
- 38- Agrupa materiais para formar alguma coisa ☐ 0 ☐ 1
- 39- Inventa longas rotinas de faz-de-conta, envolvendo coisas que a criança já entende ou conhece ☐ 0 ☐ 1
- 40- Inventa sequências elaboradas de faz-de-conta a partir da imaginação ☐ 0 ☐ 1

I: AUTO-INFORMAÇÃO

- 41- Diz o primeiro nome ☐ 0 ☐ 1
- 42- Diz o primeiro e último nome ☐ 0 ☐ 1
- 43- Dá o nome e informações descritivas sobre os membros da família ☐ 0 ☐ 1
- 44- Dá o endereço completo de casa; se no hospital, dá o nome do hospital e o número do quarto ☐ 0 ☐ 1
- 45- Dirige-se a um adulto para pedir auxílio sobre como voltar para casa ou voltar ao quarto do hospital ☐ 0 ☐ 1

J: ORIENTAÇÃO TEMPORAL

- 46- Tem uma noção geral do horário das refeições e das rotinas durante o dia ☐ 0 ☐ 1
- 47- Tem alguma noção da sequência dos eventos familiares na semana ☐ 0 ☐ 1
- 48- Tem conceitos simples de tempo ☐ 0 ☐ 1
- 49- Associa um horário específico com atividades/eventos ☐ 0 ☐ 1
- 50- Olha o relógio regularmente ou pergunta as horas para cumprir o curso das obrigações ☐ 0 ☐ 1

K: TAREFAS DOMÉSTICAS

- 51- Começa a ajudar a cuidar dos seus pertences se for dada uma orientação e ordens constantes ☐ 0 ☐ 1
- 52- Começa a ajudar nas tarefas domésticas simples se for dada uma orientação e ordens constantes ☐ 0 ☐ 1
- 53- Ocasionalmente inicia rotinas simples para cuidar dos seus próprios pertences; pode requisitar ajuda física ou ser lembrado de completá-las ☐ 0 ☐ 1
- 54- Ocasionalmente inicia tarefas domésticas simples; pode requisitar ajuda física ou ser lembrado de completá-las ☐ 0 ☐ 1
- 55- Inicia e termina pelo menos uma tarefa doméstica que envolve vários passos e decisões; pode requisitar ajuda física ☐ 0 ☐ 1

L: AUTOPROTEÇÃO

- 56- Mostra cuidado apropriado quando está perto de escadas ☐ 0 ☐ 1
- 57- Mostra cuidado apropriado perto de objetos quentes ou cortantes ☐ 0 ☐ 1
- 58- Ao atravessar a rua na presença de um adulto, a criança não precisa ser advertida sobre as normas de segurança ☐ 0 ☐ 1
- 59- Sabe que não deve aceitar passeio, comida ou dinheiro de estranhos ☐ 0 ☐ 1
- 60- Atravessa rua movimentada, com segurança, na ausência de um adulto ☐ 0 ☐ 1

M: FUNÇÃO COMUNITÁRIA

- 61- A criança brinca em casa com segurança, sem precisar ser vigiada constantemente ☐ 0 ☐ 1
- 62- Vai ao ambiente externo da casa com segurança e é vigiada apenas periodicamente ☐ 0 ☐ 1
- 63- Segue regras/expectativas da escola e de estabelecimentos comunitários ☐ 0 ☐ 1
- 64- Explora e atua em estabelecimentos comunitários sem supervisão ☐ 0 ☐ 1
- 65- Faz transações em uma loja da vizinhança sem assistência ☐ 0 ☐ 1

Somatório da Área de Função Social: ☐

Por favor, certifique-se de ter respondido a todos os itens

Comentários:

PEDI - 4

Partes II e III: Assistência do Cuidador e Modificação do Ambiente

Circle o escore apropriado para avaliar cada item das escalas de Assistência do Cuidador e Modificação do Ambiente

Área de Autocuidado

A. Alimentação: Come e bebe nas refeições regulares; não inclui cortar carne, abrir recipientes ou servir comida das travessas.

B. Higiene Pessoal: Escova dentes, escova ou penteia o cabelo e limpa o nariz.

C. Banho: Lava e seca o rosto e as mãos, toma banho; não inclui entrar e sair do chuveiro ou banheira, preparar a água e lavar as costas ou cabelos.

D. Vestir - parte superior do corpo: Roupas de uso diário, inclui ajudar a colocar e retirar sutiã ou prótese; não inclui tirar roupas do armário ou gavetas, lidar com fechos nas costas.

E. Vestir - parte inferior do corpo: Roupas de uso diário, incluindo colocar e tirar órtese ou prótese; não inclui tirar as roupas do armário ou gavetas.

F. Banheiro: Lidar com roupas, manejo do vaso ou uso de instalações externas, e limpar-se; não inclui transferência para o sanitário, controle dos horários ou limpar-se após acidentes.

G. Controle Urinário: Controle urinário dia e noite, limpar-se após acidente e controle dos horários.

H. Controle Intestinal: Controle do intestino dia e noite, limpar-se após acidente e controle dos horários.

Assistência do Cuidador						Modificações			
Independente	Supervisão	Mínima	Moderada	Máxima	Total	Nenhuma	Criança	Reabilitação	Extensiva
5	4	3	2	1	0	N	C	R	E
5	4	3	2	1	0	N	C	R	E
5	4	3	2	1	0	N	C	R	E
5	4	3	2	1	0	N	C	R	E
5	4	3	2	1	0	N	C	R	E
5	4	3	2	1	0	N	C	R	E
5	4	3	2	1	0	N	C	R	E
5	4	3	2	1	0	N	C	R	E
5	4	3	2	1	0	N	C	R	E

Soma da área de Autocuidado

Frequências

Área de Mobilidade

A. Transferências no banheiro/cadeiras: Cadeira de rodas infantil, cadeira de tamanho adulto, sanitário de tamanho adulto.

B. Transferências no carro/ônibus: Mobilidade dentro do carro ou no ônibus, uso do cinto de segurança, transferências/abrir e fechar as portas do carro ou entrar e sair do ônibus.

C. Mobilidade na cama/transferências: Subir e descer da cama sozinho e mudar de posição na própria cama.

D. Transferências no chuveiro: Entrar e sair do chuveiro, abrir chuveiro, pegar sabonete e shampoo. Não inclui preparar para o banho.

E. Locomoção em ambiente interno: 15 metros; não inclui abrir portas ou carregar objetos.

F. Locomoção em ambiente externo: 45 metros em superfícies niveladas; focalizar na habilidade física para mover-se em ambiente externo (não considerar comportamento ou questões de segurança como atravessar ruas).

G. Escadas: Subir e descer um lance de escadas (12-15 degraus).

5	4	3	2	1	0	N	C	R	E
5	4	3	2	1	0	N	C	R	E
5	4	3	2	1	0	N	C	R	E
5	4	3	2	1	0	N	C	R	E
5	4	3	2	1	0	N	C	R	E
5	4	3	2	1	0	N	C	R	E
5	4	3	2	1	0	N	C	R	E

Soma da área de Mobilidade

Frequências

Área de Função Social

A. Compreensão funcional: Entendimento das solicitações e instruções.

B. Expressão funcional: Habilidade para fornecer informações sobre suas próprias atividades e tornar conhecidas as suas necessidades; inclui clareza na articulação.

C. Resolução de problemas em parceria: Inclui comunicação do problema e o empenho com o adulto de referência ou um outro adulto em encontrar uma solução; inclui apenas problemas cotidianos que ocorrem durante as atividades diárias (por exemplo, perda de um brinquedo e conflitos na escolha das roupas).

D. Brincar com companheiro: Habilidade para planejar e executar atividades com um companheiro conhecido.

E. Segurança: Cuidados quanto à segurança em situações da rotina diária, incluindo escadas, lâminas ou objetos quentes e deslocamentos.

5	4	3	2	1	0	N	C	R	E
5	4	3	2	1	0	N	C	R	E
5	4	3	2	1	0	N	C	R	E
5	4	3	2	1	0	N	C	R	E
5	4	3	2	1	0	N	C	R	E

Soma da área de Função Social

Frequências

Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade

Versão 1.0 - Brasileira

Nome: _____ Data do teste: _____ Idade: _____
 Identificação: _____ Entrevistador: _____

SUMÁRIO DOS ESCORES

Escores Compostos

ÁREA

		Escore Bruto	Escore Normativo	Erro Padrão	Escore Contínuo	Erro Padrão
Autocuidado	Habilidades funcionais					
Mobilidade	Habilidades funcionais					
Função Social	Habilidades funcionais					
Autocuidado	Assistência do cuidador					
Mobilidade	Assistência do cuidador					
Função Social	Assistência do cuidador					

Modificação (frequências)

Autocuidado (8 itens)				Mobilidade (7 itens)				Função Social (5 itens)			
Nenhuma	Criança	Reabilitação	Extensiva	Nenhuma	Criança	Reabilitação	Extensiva	Nenhuma	Criança	Reabilitação	Extensiva

Perfil dos Escores

ÁREA

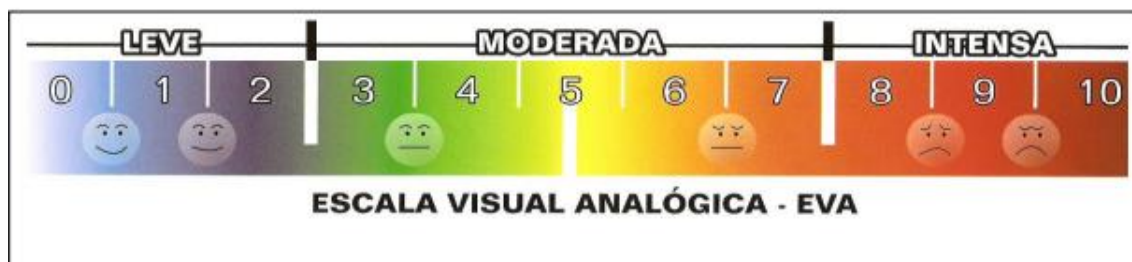
ESCORE NORMATIVO

ESCORE CONTÍNUO

Autocuidado	Habilidades funcionais	10 30 50 70 90	0 50 100
Mobilidade	Habilidades funcionais	10 30 50 70 90	0 50 100
Função Social	Habilidades funcionais	10 30 50 70 90	0 50 100
Autocuidado	Assistência do cuidador	10 30 50 70 90	0 50 100
Mobilidade	Assistência do cuidador	10 30 50 70 90	0 50 100
Função Social	Assistência do cuidador	10 30 50 70 90	0 50 100

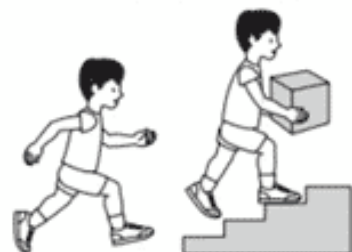
+/- 2 erros padrões

9.3 Anexo 3 - Escala Visual Analógica para dor (EVA).



9.4 Anexo 4 - Escala GMFCS (Gross motor Classification System).

GMFCS E&R entre o 6º e 12º aniversários: Descritores e ilustração



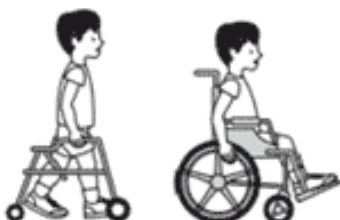
GMFCS nível 1

As crianças caminham em casa, em espaços externos e na comunidade. São capazes de subir e descer escadas sem assistência e sem o uso de corrimão. Conseguem correr e saltar, mas a velocidade, equilíbrio e a coordenação são limitados.



GMFCS nível 2

As crianças caminham na maioria dos ambientes e subir escadas. Podem ter dificuldade de equilíbrio em terrenos irregulares. Podem precisar de assistência física em ambiente externo, um dispositivo manual de mobilidade, ou utilizar locomoção sobre rodas ao percorrer longas distâncias. Habilidade mínima para correr e pular



GMFCS nível 3

As crianças andam utilizando um dispositivo manual de mobilidade na maioria dos espaços internos. Podem subir ou descer escadas segurando em um corrimão com assistência. Utilizam cadeiras de rodas para deslocamentos de longas distâncias e podem fazer a auto-propulsão de uma cadeira de rodas por curtas distâncias



GMFCS nível 4

As crianças utilizam métodos de locomoção que requerem assistência física ou mobilidade motorizada na maioria dos ambientes. Em casa, as crianças andam curtas distâncias com assistência física ou utilizam mobilidade motorizada. Na escola, em espaços externos e na comunidade, as crianças são transportadas em uma cadeira de rodas manual ou utilizam mobilidade motorizada.



GMFCS nível 5

As crianças são transportadas em uma cadeira de rodas manual em todos os ambientes. As crianças são limitadas em sua habilidade de manter as posturas anti-gravitacionais da cabeça e tronco e de controlar os movimentos dos braços e pernas.