

Impacto do programa de exercícios sensório-perceptivo-motor para estabilidade do core no controle de tronco para alcançar o sentar independente em crianças com paralisia cerebral – um ensaio clínico randomizado

Impact of sensory perceptual motor core stability exercise program on trunk control in achieving independent sitting in children with cerebral palsy – a randomized controlled trial

Rathish Sivaramachandran¹ Meena Natarajan² ¹Autor para correspondência. Annamalai University (Chidambaram). Tamil Nadu, Índia. Pondicherry University (Puducherry). Índia. rathish@mtpgrihs.ac.in²Government Medical College Hospital (Cuddalore). Tamil Nadu, Índia.

RESUMO | OBJETIVO: A capacidade de sentar-se de forma independente, essencial para atividades funcionais cruciais e para o desenvolvimento motor de crianças, é frequentemente prejudicada na Paralisia Cerebral Espástica Bilateral (PCEB) devido a déficits no controle neuromuscular. Este ensaio clínico randomizado e duplo-cego avaliou a eficácia de um Programa de Exercícios de Estabilidade do Core Sensório-Perceptivo-Motor (PEECSM) para melhorar o controle da postura sentada nesta população, abordando a necessidade de novas intervenções além da terapia convencional para melhorar especificamente o controle da postura sentada. **MÉTODOS:** Setenta e duas crianças com PCEB, com idade entre 3 e 7 anos, foram aleatoriamente designadas para o PEECSM mais terapia convencional (n=36) ou apenas terapia convencional (n=36). Ambos os grupos receberam sessões de 1 hora, 3 vezes por semana, durante 8 semanas. O controle da postura sentada foi avaliado utilizando a Escala de Medida de Controle de Tronco (EMCT) na linha de base, 6 e 8 semanas. **RESULTADOS:** O grupo PEECSM mostrou melhorias estatisticamente significativas nos escores da EMCT em comparação ao grupo controle em 6 e 8 semanas ($p<0,05$). A intervenção produziu um tamanho de efeito moderado (0,52) e uma mudança mínima detectável (CMD) substancial, indicando uma melhora clinicamente significativa no controle da postura sentada atribuível à intervenção PEECSM. **CONCLUSÃO:** A incorporação do PEECSM em programas de reabilitação como um complemento à terapia convencional pode melhorar significativamente o controle da postura sentada em crianças com PCEB, potencialmente apoiando seu desenvolvimento motor contínuo. Estudos futuros são necessários para investigar o impacto a longo prazo do PEECSM nas habilidades funcionais e na participação.

PALAVRAS-CHAVE: Paralisia Cerebral. Postura Sentada. Postura. Estabilidade Central. Desempenho Psicomotor.

ABSTRACT | AIM: Independent sitting, essential for children's crucial functional activities and motor development, is often impaired in Bilateral Spastic Cerebral Palsy (BSCP) due to neuromuscular control deficits. This double-blinded, randomized controlled trial evaluated the effectiveness of a Sensory Perceptual Motor Core Stability Exercise Program (SPMCSEP) to improve independent sitting control in this population, addressing the need for novel interventions beyond conventional therapy to specifically improve independent sitting control. **METHODS:** Seventy-two children aged 3-7 years with BSCP were randomly assigned to either SPMCSEP plus conventional therapy (n=36) or conventional therapy alone (n=36). Both groups received 1-hour sessions, 3 times weekly for 8 weeks. Sitting control was assessed using the Trunk Control Measurement Scale (TCMS) at baseline, 6, and 8 weeks. **RESULTS:** The SPMCSEP group showed statistically significant improvements in TCMS scores compared to the control group at 6 and 8 weeks ($p<0.05$). The intervention yielded a moderate effect size (0.52) and a substantial minimum detectable change (MDC), indicating a clinically meaningful enhancement in independent sitting control attributable to the SPMCSEP intervention. **CONCLUSION:** Incorporating SPMCSEP into rehabilitation programs as an adjunct to conventional therapy can significantly improve sitting control in children with BSCP, potentially supporting their continued motor development. Future studies is warranted to investigate the long-term impact of SPMCSEP on functional abilities and participation.

KEYWORDS: Cerebral Palsy. Sitting Position. Posture. Core Stability. Psychomotor Performance.

1. Introdução

A paralisia cerebral (PC) é um termo abrangente para problemas permanentes no desenvolvimento do movimento e da postura¹. Chauhan et al., em uma revisão sistemática, relataram uma prevalência global de paralisia cerebral variando de 1,5 a 4 por 1000 nascidos vivos, com a prevalência na Índia entre 2,08 e 3,88 por 1000 nascidos vivos, sendo a PC espástica o tipo mais prevalente observado^{2,3}.

A capacidade de sentar-se de forma independente é fundamental, crucial para alcançar objetos, realizar atividades diárias e adquirir habilidades funcionais, dependendo de um controle postural e de tronco eficaz^{4,5}. Em crianças com paralisia cerebral espástica, uma disfunção primária é a incapacidade de coordenar a ativação dos músculos posturais devido a anormalidades no controle neuromuscular, dificultando a postura sentada independente⁶. Estudos mostram que crianças com Paralisia Cerebral Espástica Bilateral (PCEB) classificadas nos níveis III e IV do Sistema de Classificação da Função Motora Grossa – Revisado e Expandido (GMFCS-ER) enfrentam desafios significativos para alcançar esse marco^{7,8}. Esses desafios surgem da complexa interação de comprometimentos, incluindo controle postural disruptivo, propriocepção e processamento sensorio-motor alterados e músculos do tronco enfraquecidos^{5,9}. A incapacidade de sentar-se de forma independente pode afetar adversamente os marcos do desenvolvimento e a aquisição de habilidades funcionais, aumentando assim as demandas sobre os cuidadores¹⁰.

As terapias convencionais têm se concentrado principalmente em abordar o tônus muscular anormal, a estabilidade do core, a fraqueza muscular e o controle motor individualmente, muitas vezes negligenciando a integração das entradas sensoriais e perceptuais com as saídas motoras¹¹. Embora essas abordagens proporcionem benefícios, elas podem não capturar totalmente as complexidades dos déficits de controle postural. Há um reconhecimento crescente da natureza multifacetada da PCEB, o que impulsiona a necessidade de estratégias inovadoras e integradas¹². Embora intervenções sensorio-perceptivo-motoras e treinamento de estabilização do

core tenham sido explorados separadamente para melhorar o movimento e o controle postural na PCEB^{5,12,13}, existe uma lacuna notável na literatura em relação à eficácia de uma intervenção abrangente que sintetize esses elementos, como o Programa de Exercícios de Estabilidade do Core Sensorio-Perceptivo-Motor (PEECSM). As potenciais vantagens sinérgicas dessa abordagem combinada para melhorar o controle da postura sentada em crianças com PCEB permanecem incertas.

A justificativa para uma abordagem multimodal, como o Programa de Exercícios de Controle e Estabilidade Sensorio-Perceptivo-Motor (PEECSM), baseia-se na compreensão de que o desenvolvimento motor eficaz requer a integração de vários sistemas sensoriais e funções motoras, conforme sustentado pelas teorias de controle motor. O controle postural, particularmente o controle do tronco, é essencial para alcançar a postura sentada independente^{5,9}. Um tronco estável é fundamental para manter o equilíbrio e facilitar movimentos controlados¹⁴. O controle do tronco impacta significativamente a mobilidade, o equilíbrio e a participação em atividades diárias, o que pode reduzir o fardo sobre os cuidadores^{9,14,15}. O PEECSM concentra-se no controle do tronco por meio de exercícios de estabilização do core combinados com técnicas de feedback sensorial e perceptual, visando melhorar o controle postural e a postura sentada independente em crianças com paralisia cerebral espástica bilateral (PCEB). Este programa aprimora a consciência e a integração sensoriais, melhorando assim a precisão do esquema corporal e o controle postural. Ele enfatiza o controle *feed-forward* por meio de exercícios que desafiam ajustes posturais antecipatórios, enquanto visa o processamento sensorial, as habilidades perceptuais e o fortalecimento dos músculos do core^{13,15-19}. A pesquisa do grupo de Iona Novak apoia a importância da intervenção precoce e da neuroplasticidade no manejo da paralisia cerebral²⁰; no entanto, a eficácia de intervenções combinadas sensorio-perceptivo-motoras e de estabilidade do core requer maior exploração. O PEECSM se distingue dos métodos tradicionais por seu foco simultâneo nesses sistemas interconectados, reforçando os princípios da aprendizagem motora e da neuroplasticidade em crianças com PCEB por meio de estratégias terapêuticas inovadoras.

O objetivo deste estudo foi examinar os efeitos do novo PEECSM no aprimoramento do controle da postura sentada independente em crianças diagnosticadas com PCEB. A hipótese postulou que crianças com PCEB que recebem PEECSM em conjunto com a terapia convencional exibiriam melhorias significativamente maiores no controle da postura sentada independente em comparação com aquelas que recebem apenas terapia convencional.

2. Métodos

2.1 Desenho do estudo

Conduzimos um ensaio clínico prospectivo, randomizado, duplo-cego, de grupos paralelos, com alocação igualitária de participantes, de fevereiro de 2022 a dezembro de 2023, no estado de Puducherry, Índia. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética Institucional (ECR/677/Inst/PY/2014/RR-17), aderiu à Declaração de Helsinque e seguiu as diretrizes para pesquisa envolvendo seres humanos e boas práticas clínicas. Registramos prospectivamente o estudo no Registro de Ensaios Clínicos da Índia (RECI) (CTRI/2022/10/046279).

2.2 Participantes

Triamos e avaliamos 187 crianças com PC para elegibilidade no Centro de Intervenção Distrital, Missão Nacional de Saúde, e em escolas especiais locais. Setenta e duas crianças com PCEB foram selecionadas e incluídas no estudo. Um formulário de consentimento informado, com uma explicação detalhada do objetivo, efeitos e procedimentos do estudo, foi obtido dos pais ou responsáveis legais antes do estudo.

2.3 Critérios de inclusão

- Crianças com PCEB espástica com idade entre 3 e 7 anos com capacidade de seguir instruções verbais sem comprometimento cognitivo e classificadas pelo GMFCS-ER nos Níveis III-IV.

2.4 Critérios de exclusão

- Deficiências visuais, auditivas e anormalidades cardíacas ou quaisquer comprometimentos que pudessem dificultar a implementação da intervenção do estudo.
- Histórico de cirurgia ortopédica ou injeções de toxina botulínica nos últimos seis meses.
- Outras formas de paralisia cerebral e tipo hemiplegia espástica de Paralisia Cerebral.

2.5 Tamanho da amostra

O tamanho da amostra foi estimado usando uma análise de poder para comparar duas médias independentes. O tamanho da amostra planejado para o estudo foi calculado com base na literatura anterior de Elanchezhian e SwarnaKumari²¹. Assumiu-se uma diferença mínima clinicamente significativa de 10 pontos no escore da Escala de Medida de Controle de Tronco (EMCT) entre os grupos, com um desvio padrão de 15. Foram selecionados um nível de significância de 0,05 e um poder de 0,80. Considerando uma taxa de desistência de 10%, estimou-se um tamanho total da amostra de 72 (36 em cada grupo).

2.6 Randomização e alocação

Informações demográficas foram coletadas de crianças diagnosticadas com paralisia cerebral e suas mães. Após a obtenção do consentimento informado, os participantes foram aleatoriamente designados para o grupo PEECSM ou para o grupo de terapia convencional. Essa designação foi conduzida usando um método de randomização em blocos por meio de uma sequência gerada por computador, que foi mantida cega tanto para o investigador principal quanto para o alocador por um membro da equipe de pesquisa independente. As alocações dos grupos foram registradas em papel, dobradas e inseridas em envelopes opacos selados por um membro da equipe neutro que não estava envolvido no estudo. Subsequentemente, os participantes foram designados para seus respectivos grupos de intervenção pelo ato de abrir os envelopes selados.

2.7 Medida de resultado

Avaliamos o controle da postura sentada independente usando a Escala de Medida de Controle de Tronco (EMCT)²², e nenhuma outra medida de resultado secundária foi usada para este construto. A EMCT é composta por 15 itens que avaliam aspectos estáticos e dinâmicos do controle do tronco. A escala compreende duas seções: equilíbrio sentado estático (5 itens) e equilíbrio sentado dinâmico (10 itens). A seção sobre equilíbrio sentado dinâmico é dividida em duas subescalas: controle seletivo de movimento (7 itens) e alcance dinâmico (3 itens). Heyrman et al., (2011) relataram as seguintes propriedades psicométricas para a EMCT: Mudança Mínima Detectável (CMD): 4,6 pontos, Confiabilidade intra-examinador: CCI = 0,985, Confiabilidade interexaminador: CCI = 0,997, Consistência interna: $\alpha = 0,94522$.

2.8 Medidas basais

Informações demográficas sobre os participantes, incluindo idade, sexo, altura, peso e idade gestacional das mães, foram obtidas por meio de entrevistas e prontuários. Cada item da Escala de Medida de Controle de Tronco (EMCT) foi avaliado utilizando uma cadeira ajustável padronizada, onde as crianças foram posicionadas sem suporte para costas, braços ou pés, mantendo a postura ereta. O melhor desempenho de três tentativas para cada item foi registrado para a pontuação. Cada item foi classificado em uma escala de 0 a 3, com escores totais mais altos (0–58) indicando melhor controle do tronco. As avaliações foram realizadas por um fisioterapeuta pediátrico treinado que estava cego à alocação do grupo, garantindo a consistência por meio de um protocolo de treinamento padronizado. A confiabilidade intra-examinador foi estabelecida com coeficientes de correlação intraclasse (CCIs) superiores a 0,90. As mães das crianças com paralisia cerebral também estavam cegas à alocação do grupo. As medidas de resultado foram avaliadas na linha de base, após seis semanas para minimizar o viés de atrito, e novamente após oito semanas de intervenção.

2.9 Procedimento

Todos os participantes deste estudo foram avaliados antes da intervenção para determinar seus comprometimentos e a escala GMFC-ER, seguindo as diretrizes SPIRIT. O grupo PEECSM recebeu terapia convencional juntamente com o PEECSM, enquanto o grupo de terapia convencional participou de treinamento de força, alongamento passivo, treinamento funcional e treinamento de coordenação dentro da estrutura de tratamento estabelecida.

2.10 Intervenção

O Programa Especializado para Controle Motor e Aprimoramento Sensorial para Populações Pediátricas (PEECSM) envolve uma série de exercícios personalizados desenvolvidos com a compreensão de que a paralisia cerebral (PC) é uma condição complexa que afeta múltiplos domínios do desenvolvimento. Este programa integra treinamento sensorial, perceptivo e motor^{23,24}, baseado nos princípios das teorias de aprendizagem motora^{25,26}, para abordar os desafios inter-relacionados enfrentados por crianças com Paralisia Cerebral Espástica Bilateral (PCEB).

2.10.1 Ferramentas terapêuticas utilizadas para o PEECSM

2.10.1.1 Ferramentas sensoriais

- Cobertores pesados: para oferecer entrada de pressão profunda e melhorar a consciência corporal.
- Escovas sensoriais: para estimulação tátil e integração sensorial.

2.10.1.2 Bolas terapêuticas de exercício

- Bolas tipo amendoim.
- Rolos de apoio (*bolsters*).
- Colchonetes de espuma.

2.10.1.3 Ferramentas motoras e de estabilidade do core

- Pranchas de equilíbrio: para melhorar a coordenação e o equilíbrio.

- Equipamentos pequenos: incluem cones, marca-dores e saquinhos de feijão para exercícios dinâmicos e jogos.
- Bolas pequenas e macias.

2.10.1.4 Equipamento perceptivo

- Espelhos: para melhorar a consciência corporal e o feedback visual.
- Brinquedos macios.

2.10.2 Componentes da intervenção

Cada sessão de PEECSM começa com um segmento de 10 minutos de terapia convencional, incluindo exercícios de amplitude de movimento, treinamento de força e alongamento passivo. Isso precede os exercícios de estabilidade do core, atividades de habilidades perceptivas e tarefas de integração sensorial, cada um com duração aproximada de 15 minutos.

- Exercícios de estabilidade do core: Incluem transferências de peso em decúbito dorsal e ventral, rolar, elevação pélvica e rotações do tronco.
- Exercícios de habilidades perceptivas: Incluem atividades com placa de pinos, quebra-cabeças, travessia de obstáculos e brincadeiras com espelhos.
- Integração sensorial: Inclui estimulação tátil, entrada vestibular por meio de balanços e entrada proprioceptiva por meio de cobertores pesados.
- Atividades de rastreamento visual.
- Atividades de coordenação motora bilateral.
- Estimulação tátil e orientação do terapeuta por meio de dicas sutis, facilitação leve e manipulação ambiental para promover a iniciação independente do movimento.
- Cada exercício é realizado com intervalos de descanso adequados para evitar a fadiga.
- Progressão: A intensidade, duração e complexidade dos exercícios são gradualmente aumentadas com base no progresso e na tolerância da criança.
- Feedback: O terapeuta fornece feedback verbal e tátil para guiar os movimentos da criança e promover o aprendizado.

Cada exercício é realizado em séries de 8 a 10 repetições, com ajustes feitos com base no progresso da criança. O objetivo principal é capacitar a criança a iniciar os movimentos de forma independente, engajando os músculos do core. As sessões são realizadas três vezes por semana, durante oito semanas consecutivas. Ao longo da intervenção, monitoramos os efeitos adversos, sem que fossem relatados problemas relacionados ao programa PEECSM.

2.10.2.1 Terapia convencional

Os participantes receberam terapia convencional, típica para crianças com Paralisia Cerebral Espástica Bilateral (PCEB), incluindo treinamento de força, alongamento passivo, treinamento funcional e treinamento de coordenação, padronizados o máximo possível.

Os componentes principais foram:

- Treinamento de força (por exemplo, amplitude de movimento assistida ativa, exercícios com Theraband).
- Alongamento passivo.
- Treinamento funcional (por exemplo, prática de sentar com apoio, transferências).
- Treinamento de coordenação (por exemplo, exercícios de equilíbrio).

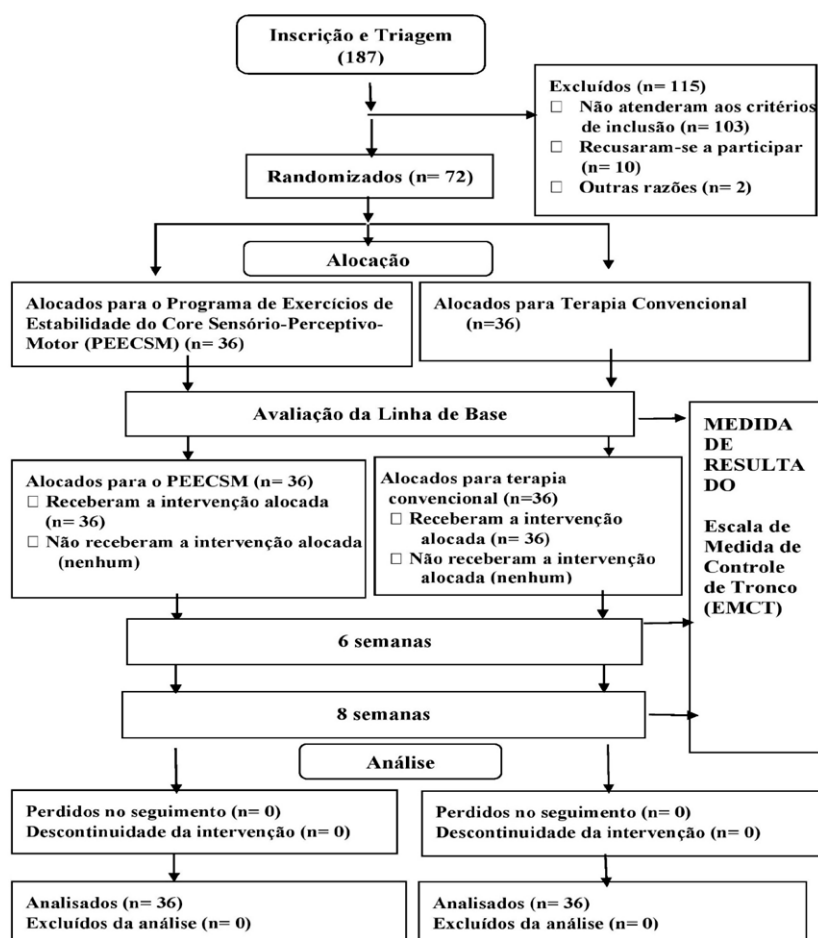
As sessões de terapia convencional e PEECSM tiveram a mesma duração e frequência: 1 hora, 3 vezes por semana, durante 8 semanas.

2.11 Análise estatística dos dados

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS), versão 27.0 (SPSS, Chicago, Illinois), e os resultados foram relatados de acordo com as diretrizes do *Consolidated Standards of Reporting Trials* (CONSORT) (ver Figura 1). A normalidade de todas as variáveis foi avaliada utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov. Devido à distribuição não normal dos dados, as estatísticas descritivas foram apresentadas como mediana e intervalo interquartil (IIQ). Variáveis categóricas e dicotômicas foram analisadas com o teste Qui-quadrado de independência. As comparações intra-grupo utilizaram o teste de Wilcoxon, enquanto as

comparações intergrupos empregaram o teste de Mann-Whitney U, com significância estatística estabelecida em $p < 0,05$. O índice de tamanho do efeito (d) para cada domínio da EMCT foi calculado a partir do escore Z e classificado como pequeno ($0,1 < \text{Efeito} \leq 0,3$), médio ($0,3 < \text{Efeito} \leq 0,5$) ou grande ($\text{Efeito} > 0,5$).

Figura 1. Fluxograma do estudo de acordo com as diretrizes CONSORT para relato de ensaios clínicos



Fonte: os autores (2025).

3. Resultados

No início do estudo, triamos 187 crianças com paralisia cerebral espástica para elegibilidade. Setenta e duas crianças de ambos os sexos, com idades entre 3 e 7 anos e diagnóstico de paralisia cerebral, participaram deste estudo. O teste de Kolmogorov-Smirnov indicou um desvio significativo da normalidade para nossos dados contínuos da EMCT, justificando o uso dos testes de Wilcoxon e Mann-Whitney U para comparações intragrupo e intergrupos, respectivamente.

Tabela 1. Distribuição de idade e sexo dos participantes do estudo

IDADE	GRUPO				TOTAL (n = 72)		Chi-Square value	valor de p
	Grupo Convencional (n = 36)		Grupo PEECSM (n = 36)					
3	9	25,0%	4	11,1%	13	18,1%	2,599	0,458
4	16	44,4%	21	58,3%	37	51,4%		
5	7	19,4%	7	19,4%	14	19,4%		
6	4	11,1%	4	11,1%	8	11,1%		
Idade Média	4,16		4,30					
SEXO								
Feminino	16	44,4%	17	47,2%	33	45,8%	0,056	0,813
Masculino	20	55,6%	19	52,8%	39	54,2%		

Fonte: os autores (2025).

A Tabela 1 apresenta as características demográficas dos participantes do estudo em termos de distribuição de idade e sexo. Ambos os grupos apresentaram uma distribuição de sexo relativamente equilibrada, com uma ligeira maioria de homens no grupo convencional e uma ligeira maioria de mulheres no grupo PEECSM. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos convencional e PEECSM para idade ($p = 0,458$) ou sexo ($p = 0,813$). Isso sugere que os dois grupos eram semelhantes em termos desses fatores demográficos.

Tabela 2. Comparação das medidas antropométricas entre os grupos

Medidas Antropométricas	Grupo Convencional Mediana (IIQ) (n = 36)	Grupo PEECSM Mediana (IIQ) (n = 36)	Mann-Whitney U	valor de p
Altura (cm)	98 (89,101)	99 (96,100)	542	0,232
Peso (kg)	12 (10,13)	12 (11,13)	592	0,528
Peso ao nascer (kg)	2 (2,2)	2 (2,3)	511	0,120
Idade gestacional (meses)	37 (36,39)	37 (36,38)	539	0,210

Fonte: os autores (2025).

A Tabela 2 apresenta uma comparação das medidas antropométricas entre os grupos convencional e PEECSM. Não encontramos diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) para as variáveis examinadas. Isso sugere que os dois grupos eram semelhantes em termos de características físicas, fortalecendo ainda mais a validade interna do estudo.

Tabela 3. Comparação dos escores da Escala de Medida de Controle de Tronco (EMCT) entre os grupos

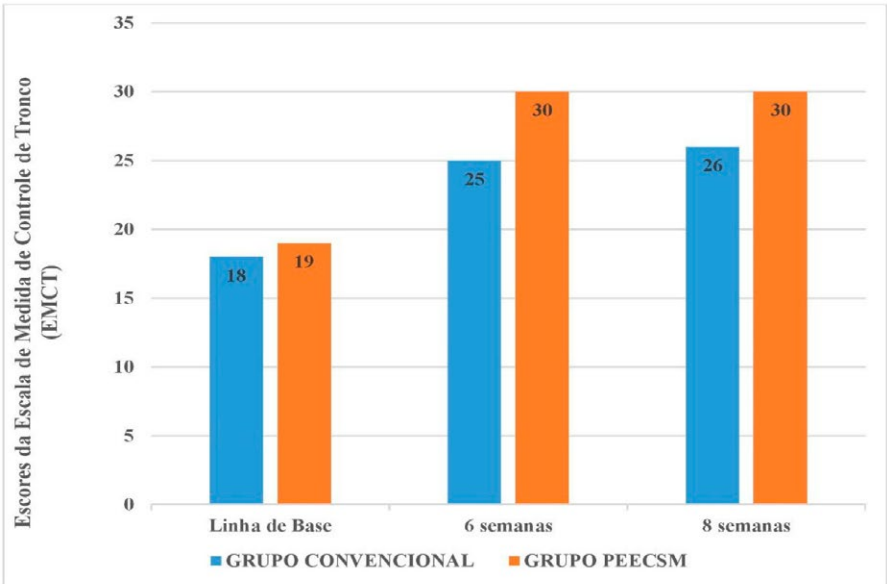
	Grupo Convencional Mediana (IIQ) (n = 36)	Grupo PEECSM Mediana (IIQ) (n = 36)	Mann-Whitney U	valor de p	valor de Z	tamanho do efeito
Equilíbrio Sentado Estático (ESE)						
Linha de Base	12 (10,13)	12 (11,14)	584	0,464	0,732	
6 semanas	14 (13,16)	15 (14,16)	478	0,053	1,939	0,23
8 semanas	15 (13,16)	16 (14,17)	500	0,090	1,696	0,20
Controle Seletivo do Movimento (CSM)						
Linha de Base	5 (4,5)	5 (4,5)	630	0,831	0,213	
6 semanas	8 (7,9)	10 (9,11)	227	<0,001*	4,839	0,57
8 semanas	9 (7,9)	10 (9,11)	276	<0,001*	4,294	0,51
Alcance Dinâmico (AD)						
Linha de Base	2 (2,3)	2 (2,4)	579	0,404	0,834	
6 semanas	3 (2,3)	5 (4,6)	111	<0,001*	6,325	0,75
8 semanas	3 (2,3)	5 (4,6)	97	<0,001*	6,392	0,75
Escala de Medida de Controle de Tronco (EMCT)						
Linha de Base	18 (16,21)	19 (17,22)	578	0,428	0,793	
6 semanas	25 (22,27)	30 (26,33)	257	<0,001*	4,418	0,52
8 semanas	26 (23,28)	30 (27,33)	258	<0,001*	4,407	0,52

*Estatisticamente significativo ao nível de significância de 5%

Fonte: os autores (2025).

A Tabela 3 apresenta a comparação dos escores da EMCT entre os grupos convencional e PEECSM, revelando diferenças significativas nas subescalas de Controle Seletivo do Movimento (CSM) e Alcance Dinâmico (AD) em ambas as avaliações de 6 e 8 semanas de acompanhamento ($p < 0,001$). O grupo PEECSM consistentemente revelou maiores medianas nessas subescalas, implicando em um controle de tronco superior. Embora não houvesse diferenças estatisticamente significativas na subescala de Equilíbrio Sentado Estático (ESE), ambos os grupos mostraram melhora nas medianas após a intervenção. No entanto, o grupo PEECSM superou consistentemente o grupo convencional em termos de escores de ESE. No geral, os escores da EMCT estabeleceram uma diferença significativa entre os grupos nas semanas 6 e 8 ($p < 0,001$). Os participantes do grupo PEECSM exibiram maiores medianas na EMCT, atribuindo uma maior melhora geral no controle de tronco (Figura 2).

Figura 2. Gráfico de colunas agrupadas: comparação da Escala de Medida de Controle de Tronco (EMCT) entre os grupos



Fonte: os autores (2025).

A análise revelou um tamanho de efeito grande de 0,52 para a escala geral da EMCT, sugerindo uma diferença substancial entre os grupos. Tamanhos de efeito grandes foram observados para as subescalas de Controle Seletivo do Movimento (0,57) e Alcance Dinâmico (0,75), enfatizando ainda mais a eficácia do PEECSM na melhora desses aspectos específicos do controle de tronco.

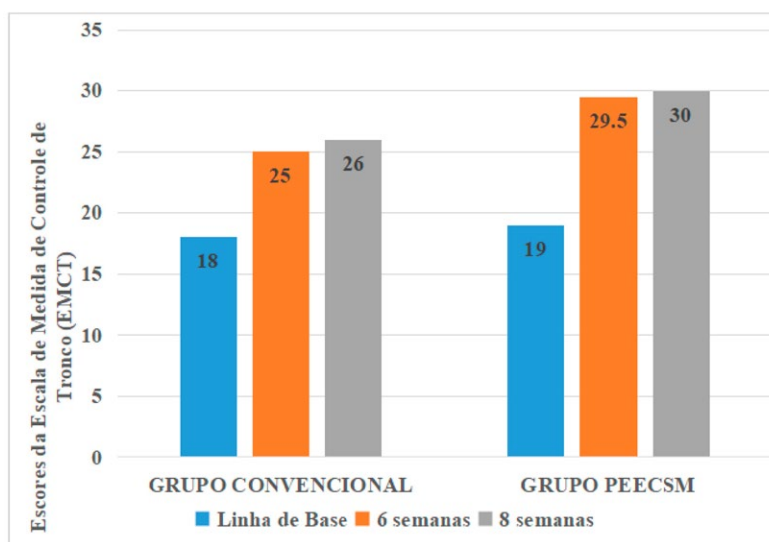
Tabela 4. Comparação dos escores da EMCT em cada avaliação de acompanhamento dentro dos grupos

EMCT		Mediana (IIQ)	Linha de Base vs. 6ª e 8ª semana (valor de p)	6ª semana vs. 8ª semana
Grupo Convencional	Linha de Base	18 (16,21)	-	-
	6 semanas	25 (22,27)	<0,001*	<0,001*
	8 semanas	26 (23,28)	<0,001*	
Grupo PEECSM	Linha de Base	19 (17,22)	-	-
	6 semanas	29.5 (26,33)	<0,001*	
	8 semanas	30 (27,33)	<0,001*	<0,001*

*Estatisticamente significativo ao nível de significância de 5%
Fonte: os autores (2025).

A Tabela 4 apresenta a análise intragrupo dos escores da EMCT. O teste de Friedman revelou uma diferença estatisticamente significativa entre os momentos de avaliação para ambos os grupos, convencional e PEECSM. Isso sugere que ocorreram melhoras no controle de tronco ao longo do tempo dentro de cada grupo. Para identificar os momentos específicos em que ocorreram mudanças significativas, realizamos o teste de *Wilcoxon signed-rank*. Os resultados revelaram melhoras estatisticamente significativas nos escores da EMCT da linha de base para as semanas 6 e 8 de acompanhamento ($p < 0,001^*$) em ambos os grupos. Isso sugere que a intervenção teve um impacto positivo no controle de tronco ao longo do tempo, mesmo no grupo convencional que recebeu apenas terapia convencional. A análise intragrupo mostra que ambos os grupos experimentaram melhoras gerais no desenvolvimento do controle de tronco, conforme ilustrado na Figura 3. No entanto, o grupo PEECSM alcançou melhoras maiores em comparação com o grupo controle, sugerindo o benefício adicional da intervenção PEECSM.

Figura 3. Gráfico de colunas agrupadas: comparação dos escores da EMCT em cada avaliação de acompanhamento dentro do grupo



Fonte: os autores (2025).

4. Discussão

Este estudo teve como objetivo principal avaliar a eficácia de um novo Programa de Exercícios de Estabilidade do Core Sensório-Perceptivo-Motor (PEECSM) na melhora do controle de sedestação independente em crianças com Paralisia Cerebral Espástica Bilateral (PCEB). Os principais achados quantitativos revelaram uma melhora estatisticamente significativa nos escores da Escala de Medida de Controle de Tronco (EMCT) no grupo PEECSM em comparação com o grupo de terapia convencional ($p < 0,05$) após a intervenção de oito semanas. O tamanho de efeito moderado relatado ($d=0,52$) e a Menor Mudança Detectável (MMD) indicam uma melhora clinicamente significativa. Um tamanho de efeito dessa magnitude sugere que a intervenção PEECSM resultou em uma mudança notável e prática na capacidade de sentar das crianças. Essa melhora provavelmente se traduzirá em benefícios no mundo real, como maior participação em atividades diárias, melhor interação com o ambiente e menor necessidade de apoio de cuidadores. Embora a significância estatística indique a confiabilidade do achado, o tamanho do efeito fornece uma medida da magnitude do efeito do tratamento. Nesse contexto, o tamanho de efeito moderado apoia a adoção do PEECSM como uma intervenção clinicamente relevante para melhorar o controle de sedestação em crianças com PCEB. Esses achados abordam diretamente a lacuna identificada na literatura em relação à aplicação integrada de treinamento sensório-perceptivo e de estabilidade do core para essa população, demonstrando o benefício potencial dessa abordagem multimodal além da terapia convencional isolada. As melhoras observadas no controle de sedestação independente têm implicações funcionais e clínicas significativas, podendo levar a maior mobilidade, maior independência nas atividades de vida diária e menor ônus para os cuidadores.

Nossos achados se alinham com o crescente reconhecimento da importância de abordar tanto as deficiências motoras quanto as sensorio-perceptivas em crianças com paralisia cerebral. Embora estudos anteriores tenham explorado intervenções de estabilidade do core e sensorio-perceptivas separadamente, este estudo fornece evidências da eficácia de sua integração na forma do PEECSM. Para contextualizar ainda mais nossos resultados, reconhecemos as contribuições significativas do grupo de pesquisa de Iona Novak, na priorização da intervenção precoce para capitalizar a neuroplasticidade e melhorar os resultados a longo prazo²⁰. O PEECSM, com foco em um resultado funcional fundamental (controle de sedestação independente) e abordagem integrada, pode ser visto como uma intervenção que se alinha a esses princípios. Pesquisas futuras devem comparar explicitamente o PEECSM com intervenções categorizadas como eficazes nas revisões de Novak para solidificar seu lugar dentro da estrutura da prática baseada em evidências²⁰. Nossos achados contribuem para esse corpo de conhecimento, demonstrando o potencial de uma abordagem integrada de intervenção precoce, baseada nos princípios da neuroplasticidade, visando estabelecer habilidades motoras fundamentais que podem oferecer vantagens sobre os métodos tradicionais, direcionando sinergicamente múltiplos déficits subjacentes.

Pesquisas revelam que crianças com PCEB frequentemente lutam com controle de tronco deficiente devido a várias questões neurofisiológicas, músculos do tronco fracos e estabilidade do core inadequada, dificultando sua capacidade de sentar-se independentemente^{5,9}. Crianças com paralisia cerebral frequentemente enfrentam desafios na interpretação, integração e engajamento de informações sensoriais do corpo e do ambiente, levando a dificuldades no planejamento e execução de comportamentos motores organizados, como o controle de sedestação^{15,27,28}. O PEECSM pode ter ajudado crianças com paralisia cerebral espástica a melhorar sua capacidade de manter uma postura sentada ereta, aprimorando a consciência sensorial, a propriocepção, a simetria de peso e a manutenção do centro de massa (COM) do corpo dentro da base de suporte^{4,9,29}. Essas melhorias podem ter alterado a entrada sensorial para o

sistema nervoso central, afetando potencialmente a percepção e a execução do controle do movimento pela criança^{5,10,15,18,20,27}. No entanto, reconhecemos que este estudo não mediu diretamente esses mecanismos subjacentes e é importante notar que nosso estudo mediu principalmente o controle funcional da sedestação, e pesquisas futuras que avaliem diretamente esses mecanismos específicos são justificadas para elucidar ainda mais as vias de mudança.

Crianças com paralisia cerebral frequentemente apresentam controle *feed-forward* prejudicado, contribuindo para a instabilidade postural²⁹. O foco do PEECSM em distúrbios posturais e respostas direcionais específicas pode aprimorar o controle *feed-forward*, levando a tempos de reação mais rápidos e melhora na sedestação^{27,29-31}. Os exercícios de estabilidade do core e a distribuição simétrica de peso do PEECSM podem melhorar a estabilidade do tronco, o alinhamento postural, o movimento e as respostas a distúrbios posturais. Esses achados se alinham com a pesquisa sobre treinamento de estabilidade do core^{28,30,32}. No entanto, ao contrário das abordagens convencionais, o PEECSM integra exercícios de estabilidade do core com treinamento sensorial e perceptivo, explicando potencialmente nossos resultados aprimorados. Embora as terapias convencionais melhorem a função motora em crianças com paralisia cerebral^{11,20,30}, a incerteza nas evidências de eficácia para muitas intervenções de cuidados padrão é um problema, justificando mais pesquisas em todos os tipos e gravidades de paralisia cerebral. Este estudo aborda essa lacuna, examinando a eficácia do PEECSM para crianças com PCEB.

Crianças com paralisia cerebral frequentemente exibem padrões atípicos de controle postural, uma preferência pelo recrutamento muscular de cima para baixo e uma capacidade limitada de se ajustar à atividade postural^{4,5}. O PEECSM pode ter contribuído para a melhora do controle postural, fornecendo entrada sensorial direcionada e treinando padrões motores específicos para abordar esses déficits subjacentes. No entanto, mais pesquisas são necessárias para confirmar esses mecanismos potenciais.

Este estudo demonstra a eficácia do PEECSM na melhora do controle de sedestação em crianças com PCEB. No entanto, várias limitações devem ser consideradas ao interpretar esses achados. Embora o foco do estudo no controle de sedestação independente e a restrição a crianças com PCEB nos níveis III-IV do GMFCS tenham sido escolhas de projeto metodológico, outras limitações incluem o desenho de centro único, o que pode limitar a validade externa e a generalização dos resultados para populações clínicas mais amplas. O potencial para viés não intencional, apesar do cegamento do avaliador, não pode ser totalmente excluído. Pesquisas futuras devem incluir ensaios multicêntricos com populações mais diversas, incluindo crianças com diferentes subtipos de PC, níveis de gravidade e faixas etárias, para determinar a aplicabilidade mais ampla dessa intervenção. Mais investigações também são necessárias para explorar a influência de fatores como infraestrutura de saúde, expertise do terapeuta e adesão em contextos do mundo real na tradução desses resultados.

5. Implicações clínicas

Os achados deste estudo apoiam a integração do PEECSM no tratamento de crianças com PCEB. Ao direcionar componentes sensoriais, perceptivos e motores específicos, o PEECSM parece ser um complemento valioso às terapias tradicionais. A melhora no controle de tronco alcançada por meio desta intervenção pode influenciar positivamente a sedestação independente, a participação em atividades lúdicas, vários aspectos da vida diária e reduzir a carga de trabalho dos cuidadores.

6. Conclusão

Este estudo demonstra que um PEECSM de 8 semanas, quando adicionado à terapia convencional, pode melhorar o controle de sedestação, medido

pela EMCT, em crianças com PCEB nos níveis III-IV do GMFCS. As melhoras observadas sugerem que a incorporação do PEECSM em programas de reabilitação pode oferecer um benefício adicional além da terapia convencional isolada para essa população específica. Os resultados fornecem forte evidência para a eficácia do PEECSM na melhora do controle de tronco e na facilitação da obtenção do controle de sedestação independente em crianças com PCEB. As melhoras observadas no grupo PEECSM são encorajadoras, mas pesquisas futuras são necessárias para isolar a contribuição única do PEECSM e para determinar seus efeitos a longo prazo no desenvolvimento de outros marcos, resultados funcionais e participação em atividades de vida diária.

Contribuições dos autores

Os autores declararam que fizeram contribuições substanciais para o trabalho em termos de concepção ou projeto da pesquisa; aquisição, análise ou interpretação dos dados para o trabalho; e a redação ou revisão crítica do conteúdo intelectual relevante. Todos os autores aprovaram a versão final a ser publicada e concordaram em assumir responsabilidade pública por todos os aspectos do estudo.

Conflitos de interesse

Não foram declarados conflitos financeiros, legais ou políticos envolvendo terceiros (governo, empresas privadas e fundações, etc.) para qualquer aspecto do trabalho submetido (incluindo, mas não se limitando a bolsas e financiamento, participação em conselhos consultivos, desenho do estudo, preparação do manuscrito, análise estatística, etc.).

Indexadores

A Revista Pesquisa em Fisioterapia é indexada no [DOAJ](#), [EBSCO](#), [LILACS](#) e [Scopus](#).



EBSCO



Scopus®

Referências

- Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl* [Internet]. 2007;109(suppl 109):8-14. Citado em: PMID: [17370477](https://doi.org/10.1111/dmcs.14772)
- Chauhan A, Singh M, Jaiswal N, Agarwal A, Sahu JK, Singh M. Prevalence of cerebral palsy in Indian children: a systematic review and meta-analysis. *Indian J Pediatr* [Internet]. 2019;86:1124-30. <https://doi.org/10.1007/s12098-019-03024-0>
- Ramanandi VH, Shukla YU. Socio-demographic and clinical profile of pediatric patients with cerebral palsy in Gujarat, India. *Bull Fac Phys Ther* [Internet]. 2022;27(1):19. <https://doi.org/10.1186/s43161-022-00077-9>
- Santamaria V, Khan M, Luna T, Kang J, Dutkowsky J, Gordon AM, et al. Promoting Functional and Independent Sitting in Children With Cerebral Palsy Using the Robotic Trunk Support Trainer. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* [Internet]. 2020 Dec;28(12):2995-3004. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2020.3031580>
- Saavedra SL, Goodworth AD. Postural control in children and youth with cerebral palsy. In: Miller F, Bachrach S, Lennon N, O'Neil ME. (editores) *Cerebral Palsy*. Springer, Cham. 2020. p. 2565-86. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74558-9_161
- Kausar N, Gul MA, Cheema RUR, Ahmad N, Ammar M, Rehman A. Correlation of Sitting and Standing Performance with Gross Motor Functional Classification System in Children with Spastic Cerebral Palsy. *JHRR* [Internet]. 2024;4(1):89-95. <https://doi.org/10.61919/jhrr.v4i1.340>
- Rosenbaum PL, Palisano RJ, Bartlett DJ, Galuppi BE, & Russell DJ. Development of the Gross Motor Function Classification System for cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* [Internet]. 2008;50(4):249-253. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2008.02045.x>
- Monica S, Nayak A, Joshua AM, Mithra P, Amaravadi SK, Misri Z, et al. Relationship between Trunk Position Sense and Trunk Control in Children with Spastic Cerebral Palsy: A Cross-Sectional Study. *Rehabil Res Pract* [Internet]. 2021;2021:9758640. <https://doi.org/10.1155/2021/9758640>
- Doctor KN, Karnad SD, Krishnan SK, Jain PD. Understanding Postural and Segmental Trunk Control and their effect on Sitting in Children with Cerebral Palsy: A systematic scoping review. *Crit Rev Phys Rehabil Med* [Internet]. 2021;33(2):25-45. <https://doi.org/10.1615/CritRevPhysRehabilMed.2021039012>
- Bousquet ER, Hägglund G. Sitting and standing performance in a total population of children with cerebral palsy: a cross-sectional study. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. 2010;11:131. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-11-131>
- Inamdar K, Molinini RM, Panibatla ST, Chow JC, Dusing SC. Physical therapy interventions to improve sitting ability in children with or at-risk for cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Dev Med Child Neurol* [Internet]. 2021;63(4):396-406. <https://doi.org/10.1111/dmcs.14772>
- Novak I, Morgan C. High-risk follow-up: early intervention and rehabilitation. *Handb Clin Neurol* [Internet]. 2019;162:483-510. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64029-1.00023-0>
- Ryalls BO, Harbourne R, Kelly-Vance L, Wickstrom J, Stergiou N, Kyvelidou A. A perceptual motor intervention improves play behavior in children with moderate to severe cerebral palsy. *Front Psychol* [Internet]. 2016 May 3;7:643. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00643>
- Tiwari S, Rao PT, Karthikbabu S. Correlations between Trunk Control and Balance in Children with Bilateral Spastic Cerebral Palsy. *Perceptual and motor skills* [Internet]. 2024;131(2):432-445. <https://doi.org/10.1177/00315125231226297>
- Kretch KS, Marcinowski EC, Hsu LY, Kozioł NA, Harbourne RT, Lobo MA, et al. Opportunities for learning and social interaction in infant sitting: Effects of sitting support, sitting skill, and gross motor delay. *Dev Sci* [Internet]. 2023;26(3):e13318. <https://doi.org/10.1111/desc.13318>
- Abd El-Maksoud GM, Abd-Elmonem AM, Rezk-Allah SS. Effect of individual and group Sensory-Perceptual Motor Training on Motor Proficiency and Quality of Life in Children with Down Syndrome. *International Journal of Therapies & Rehabilitation Research*. 2016;5(4):37-45.
- Warutkar, V. B., & Krishna Kovala, R. Review of Sensory Integration Therapy for Children With Cerebral Palsy. *Cureus* [Internet]. 2022;14(10):e30714. <https://doi.org/10.7759/cureus.30714>
- Kozioł NA, Kretch KS, Harbourne RT, Lobo MA, McCoy SW, Molinini R, et al. START-Play Physical Therapy Intervention Indirectly Impacts Cognition Through Changes in Early Motor-Based Problem-Solving Skills. *Pediatric physical therapy* [Internet]. 2023;35(3):293-302. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000001016>
- Park M, Kim J, Yu C, Lim H. The Effects of Neurodevelopmental Treatment-Based Trunk Control Exercise on Gross Motor Function and Trunk Control in Children with Developmental Disabilities. *Healthcare* [Internet]. 2023;11(10):1446. <https://doi.org/10.3390/healthcare11101446>
- Novak I, Morgan C, Fahey M, Finch-Edmondson M, Galea C, Hines A, et al. State of the evidence traffic lights 2019: systematic review of interventions for preventing and treating children with cerebral palsy. *Curr Neurol Neurosci Rep* [Internet]. 2020;20(2):3. <https://doi.org/10.1007/s11910-020-1022-z>

21. Elanchezhian C, SwarnaKumari P. Swiss ball training to improve trunk control and balance in spastic hemiplegic cerebral palsy. Sri Lanka Journal of Child Health [Internet]. 2019;48(4):300-4. <https://doi.org/10.4038/slajch.v48i4.8821>
22. Heyrman L, Molenaers G, Desloovere K, Verheyden G, De Cat J, Monbaliu E, et al. A clinical tool to measure trunk control in children with cerebral palsy: the Trunk Control Measurement Scale. Res Dev Disabil [Internet]. 2011;32(6):2624-35. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.06.012>
23. Latash ML, Singh T. Neurophysiological basis of motor control. 3a Ed. Human Kinetics. 2022.
24. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor Control: Translating Research into Clinical Practice. 5a Ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2017. p. 7–19, 195–203.
25. Hong CS, Rumford H. Sensory motor activities for early development: a practical resource. 2a Ed. Routledge; 2020.
26. Johnstone JA, Ramon M. Perceptual-motor activities for children: An evidence-based guide to building physical and cognitive skills. Human Kinetics; 2011.
27. Szopa A, Domagalska-Szopa M. Postural Stability in Children with Cerebral Palsy. J Clin Med [Internet]. 2024;13(17):5263. <https://doi.org/10.3390/jcm13175263>
28. Koutenaei FR, Dehkordi SN, Amini M, ShahAli S. Effect of Swiss Ball Stabilization Training on Trunk Control, Abdominal Muscle Thickness, Balance, and Motor Skills of Children With Spastic Cerebral Palsy: A Randomized, Superiority Trial. Archives of physical medicine and rehabilitation [Internet]. 2023;104(11):1755–1766. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2023.05.011>
29. Vasani P, Narayan A, Nayak A, Alsulaimani M, Alzahrani AR. Anticipatory and Compensatory Postural Adjustments in Sitting and Standing Positions During Functional Activities in Children With Cerebral Palsy. Physiother Res Int [Internet]. 2025;30(1):e70028. <https://doi.org/10.1002/pri.70028>
30. Talgeri AJ, Nayak A, Karnad SD, Jain P, Tedla JS, Reddy RS, et al. Effect of Trunk Targeted Interventions on Functional Outcomes in Children with Cerebral Palsy- A Systematic Review. Developmental neurorehabilitation [Internet]. 2023;26(3):193–205. <https://doi.org/10.1080/17518423.2023.2193265>
31. Özal C, Aksoy S, Kerem Günel M. Postural Control Alterations in Children with Mild Forms of Spastic Cerebral Palsy. Pediatric Health Med Ther [Internet]. 2022;13:367–376. <https://doi.org/10.2147/PHMT.S378451>
32. Elshafey MA, Abdrabo MS, Elnaggar RK. Effects of a core stability exercise program on balance and coordination in children with cerebellar ataxic cerebral palsy. J Musculoskelet Neuronal Interact [Internet]. 2022;22(2):172–178. Citado em: PMID: [35642697](https://doi.org/10.17267/2238-2704rpf.2025.e6004)