



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM EDUCAÇÃO FÍSICA

NATIÉLE DE MORAES MEINCKE

**IMPACTO DA EQUOTERAPIA NO EQUILÍBRIO POSTURAL E
DESEMPENHO FUNCIONAL EM CRIANÇAS COM PARALISIA
CEREBRAL: UM ESTUDO DE COORTE**

BRASÍLIA

2026

NATIÉLE DE MORAES MEINCKE

**IMPACTO DA EQUOTERAPIA NO EQUILÍBRIO POSTURAL E
DESEMPENHO FUNCIONAL EM CRIANÇAS COM PARALISIA
CEREBRAL: UM ESTUDO DE COORTE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
Stricto Sensu em Educação Física da
Universidade de Brasília como requisito parcial
para obtenção do título de Doutora em Educação
Física.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Ana Cristina de David

BRASÍLIA

2026

NATIÉLE DE MORAES MEINCKE

**IMPACTO DA EQUOTERAPIA NO EQUILÍBRIO POSTURAL E
DESEMPENHO FUNCIONAL EM CRIANÇAS COM PARALISIA
CEREBRAL: UM ESTUDO DE COORTE**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Educação Física pelo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação Física da Universidade de Brasília.

Brasília – DF, 02 de março de 2026

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Ana Cristina de David (Presidente)
Universidade de Brasília

Prof^a. Dr^a. Ana Paula Espindula
(Membro Titular Externo)
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Prof^a. Dr^a. Alessandra Vidal Prieto
(Membro Titular Externo)
Centro Universitário de Brasília

Prof^a. Dr^a. Karla Mendonça Menezes
(Membro Titular Externo)
Universidade do Estado de Santa Catarina

Prof. Dr: Giordano Marcio Gatinho Bonuzzi
(Membro Interno e Membro Suplente)
Universidade de Brasília

A Deus, minha luz e minha salvação (Salmo 27).
Às crianças, razão do meu cuidar.
Aos cavalos, verdadeiros protagonistas desta história.
E à Vó Nica (in memoriam), eternamente presente.

AGRADECIMENTOS

Gratidão. Essa é a palavra que melhor define o que transborda em meu coração ao concluir esta etapa. Foram anos intensos, desafiadores, transformadores — e eu não caminhei sozinha. Esta tese não é apenas um documento acadêmico; é a soma de encontros, de renúncias silenciosas, de fé inabalável e de pessoas que me sustentaram quando eu mesma não tinha forças.

Aos meus pais, Ilson e Ângela. Vocês são o meu início e sempre serão o meu porto. Obrigada pelo amor incondicional, por acreditarem em mim quando eu duvidei, por me ensinarem que caráter vale mais que qualquer título. Nunca soltaram minha mão. Nunca deixaram faltar apoio, oração, incentivo. Se hoje eu voo, é porque vocês me ensinaram a ter raízes profundas.

Aos meus irmãos, Nathália e Gustavo Meincke, meus primeiros anjos, meus companheiros de história. Crescer ao lado de vocês foi o maior presente que eu poderia ter recebido. Vocês são parte da minha identidade, da minha força e da minha alegria. Nada do que eu conquisto é só meu — é nosso.

Ao Igor Paz. Seu sobrenome já diz tudo. Você chegou trazendo paz, leveza e maturidade. Foi abrigo nos dias difíceis, calma no caos, sorriso quando o cansaço parecia maior que tudo. Que a nossa história continue sendo leve, forte e verdadeira. Obrigada por caminhar ao meu lado. Você me lembra diariamente que amar também é construir.

Aos meus avós — Vô Amado, o melhor churrasqueiro do mundo; Vó Neca, que faz a melhor massa do planeta; e ao Vô Meincke (in memoriam), que saudade do senhor. Vocês me ensinaram, com simplicidade e amor, o que realmente importa na vida.

E ao Barcos, meu fiel companheiro. Aquele que me adotou e foi quem mais se sentou em frente ao notebook comigo — nos dias quentes e secos de Brasília, como também no calor e no frio do Sul. Ele também se torna doutor comigo (nossa piada interna). Te amo, meu filho canino.

Aos meus amigos e amigas que a vida e as universidades me deram. Cada conversa, cada roda de chimarrão, cada momento leve foi combustível nessa caminhada. Em especial, às meninas do LAMH. Fazer parte de um grupo de mulheres na ciência é resistência, é potência, é inspiração. E, em especial, à minha dupla, Leandra Leal — e ao seu notebook, que por tantas vezes me salvaram no colapso. Nós ocupamos espaços que nem sempre foram pensados para nós — e ainda assim permanecemos. Produzimos ciência. Abrimos caminhos. E não caminhamos sozinhas.

Aos meus professores, que me ensinaram que ciência não é apenas método — é postura, ética e responsabilidade. Vocês me mostraram que excelência se constrói com rigor, mas também com humanidade. À minha orientadora, Profa. Dra. Ana Cristina de David. A senhora me

desafiou, me exigiu, me tensionou — e fez isso porque enxergava em mim algo que eu ainda estava aprendendo a ver. Seu rigor nunca foi dureza; foi formação. Se hoje sou mais forte, mais crítica e mais resiliente, é porque fui orientada com verdade. Obrigada por não permitir que eu fosse menor do que eu poderia ser. Ao Fernando Copetti e à Andrea Gomes de Moraes, que ultrapassaram o papel de professores e se tornaram referências de vida. Vocês me mostraram que é possível produzir ciência de alto nível sem perder a sensibilidade. Levarei comigo não apenas os ensinamentos acadêmicos, mas o exemplo de integridade e amizade.

Às minhas amadas crianças, que aceitaram participar da pesquisa. Eu lembro do rosto de cada uma. Do sorriso tímido, do medo inicial, das conquistas pequenas que viraram gigantes. Vocês são a razão pela qual esta tese existe. Aos pais e responsáveis, vocês confiaram a mim seus bens mais preciosos, minha eterna gratidão. Vocês confiaram não apenas em uma pesquisadora, mas em uma pessoa — e isso eu jamais esquecerei.

Aos cavalos, protagonistas silenciosos dessa jornada terapêutica. Diamante, Algodão, Trovão, Mutante, Pelezinho e Pé de Pano. Vocês são força e sensibilidade em um só corpo. São ponte entre ciência e afeto. Vocês não apenas participaram da pesquisa; vocês transformaram vidas — inclusive a minha.

A toda a equipe de atendimento que acompanhou o protocolo de intervenção durante as 40 semanas, aos guias, equitadores, tratadores e a todas as pessoas que me auxiliaram ao longo de 2022 nas coletas de dados. Conduzir um estudo longitudinal, com múltiplos momentos de avaliação, exigiu constância, organização e compromisso científico em cada etapa. Manter o rigor metodológico, a padronização das avaliações e a adesão das famílias ao longo do tempo foi um desafio diário. Foi um ano exaustivo — mas também foi o ano em que tive a certeza de que amo ser pesquisadora. Em especial, aos pais das crianças, às meninas da ANDE, à Leandra, minha dupla incansável, e à Maíra.

À Universidade de Brasília, lugar que me formou, me desafiou e me fez crescer. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à ANDE-BRASIL, pelo suporte e pelas oportunidades que tornaram este projeto possível. A ciência só avança quando há investimento, confiança e compromisso com o futuro — e eu sou fruto direto disso.

E, acima de tudo, a Deus. Porque houve dias em que a única coisa que eu tinha era fé. E foi suficiente.

Muito obrigada!

Foi Deus. Foi esforço. Foi amor. E valeu cada segundo.

RESUMO

A paralisia cerebral (PC) é uma condição neurológica crônica que compromete o equilíbrio e o desempenho motor, resultando em alterações no equilíbrio, na marcha e funcionalidade, impactando o desenvolvimento motor e a participação social. A equoterapia, método que utiliza o movimento tridimensional do cavalo como estímulo sensorio-motor, tem sido proposta como intervenção terapêutica capaz de promover melhorias no equilíbrio postural e no desempenho funcional em crianças com PC. **Objetivo:** Avaliar os efeitos da equoterapia sobre o equilíbrio postural (estático e dinâmico) e o desempenho funcional em crianças com PC ao longo de 40 sessões de intervenção. **Metodologia:** Estudo de coorte com 18 crianças com PC (4–14 anos), submetidas a 40 sessões semanais de equoterapia. A tese foi dividida em dois estudos. No primeiro, avaliou-se o equilíbrio postural estático em posição sentada e em pé por meio das variáveis do centro de pressão (CoP), nas condições de olhos fechados (OF) em superfície estável (SE) e instável (SI, espuma), e de olhos abertos (OA) e OF em pé, em SE e SI, utilizando plataforma de força (AMTI). O desempenho funcional foi mensurado pelos testes modified timed up and go (mTUG) e 1-minute walk test (1MWT) nos momentos A1 a A6. A análise estatística foi conduzida por Estimativas de Equações Generalizadas (GEE). No segundo estudo, avaliou-se o equilíbrio postural dinâmico montado sobre o cavalo por meio das variáveis do CoP em quatro tarefas randomizadas — montado em linha reta e em zigue-zague, com OA e OF —, registradas por sistema de mensuração de pressão portátil (CONFORMat®), além dos desfechos funcionais Pediatric Reach Test (RPT) e Pediatric Balance Scale (PBS) após 20 e 40 sessões. Incluiu-se ainda a comparação entre crianças com PC e desenvolvimento típico (DT). As análises utilizaram GEE e Modelo Linear Generalizado (GLM), adotando-se $p < 0,05$. **Resultados:** Observaram-se melhorias significativas em todos os desfechos do primeiro estudo. Na condição OF/SE sentada, ocorreram reduções na amplitude anteroposterior (ACoPap) ($p = 0,021$) e na velocidade média (V_{avg}) ($p = 0,002$). Na OF/SI sentada, observaram-se reduções nas amplitudes mediolateral (ACoPml) ($p = 0,012$), ACoPap ($p = 0,007$), V_{avg} ($p = 0,011$) e área da elipse a 95% (Area95) ($p = 0,027$). Na OF/SI em pé, houve redução de ACoPml ($p = 0,031$). O desempenho funcional também melhorou significativamente, com menor tempo no mTUG e maior distância no 1MWT em A1 x A6 ($p = 0,001$). No segundo estudo, verificaram-se melhorias no equilíbrio dinâmico montado e nos desfechos funcionais após 20 e 40 sessões. O comprimento do CoP (CoPComp) durante a montaria em linha reta, tanto com OA quanto com OF, apresentou redução significativa em relação ao valor basal. Observou-se melhora significativa no PBS, com diferenças entre A1 x A2 ($p = 0,001$) e A1 x A3 ($p < 0,001$). Para o RPT, houve aumento significativo no alcance anterior em centímetros, com diferenças entre A1

x A2 ($p = 0,014$), A1 x A3 ($p < 0,001$) e A2 x A3 ($p = 0,004$). Também foram observadas melhorias significativas nas variáveis ACoPml e VAvg nos alcances laterais direito e esquerdo ($p \leq 0,003$). Inicialmente, as crianças com PC exibiam maior oscilação postural que seus pares com DT, mas, ao final da intervenção, ambos os grupos apresentaram valores semelhantes de CoPComp e ACoPml. **Conclusões:** A equoterapia promoveu melhora significativa no equilíbrio estático e dinâmico e no desempenho funcional, com ganhos progressivos e sustentados ao longo de 40 sessões. Essa evolução ocorreu de forma gradativa, evidenciando que a prática contínua da equoterapia exerce impacto positivo no equilíbrio postural e na funcionalidade de crianças com PC.

Palavras-chave: Paralisia Cerebral, Equilíbrio Postural, Desempenho Funcional, Equoterapia.

ABSTRACT

Cerebral palsy (CP) is a chronic neurological condition that impairs postural control and motor performance, resulting in balance, gait, and functional impairments that affect motor development and social participation. Hippotherapy, a method that uses the horse's three-dimensional movement as a sensorimotor stimulus, has been proposed as a therapeutic intervention that can improve postural balance and functional performance in children with CP. **Objective:** To evaluate the effects of hippotherapy on postural balance (static and dynamic) and functional performance in children with CP over 40 intervention sessions. **Methods:** Cohort study with 18 children with CP (4–14 years old), submitted to 40 weekly hippotherapy sessions. The thesis was divided into two studies. In the first stage, static postural balance was assessed in seated and standing positions using center of pressure (CoP) variables, under conditions of eyes closed (OC) on a stable (SE) and unstable (SI, foam) surface, and with eyes open (OA) and OC standing, in SE and SI, using a force platform (AMTI). Functional performance was measured using the modified timed up and go (mTUG) test and the 1-minute walk test (1MWT) at time points A1 to A6. Statistical analysis was conducted using Generalized Estimating Equations (GEE). In the second study, dynamic postural control while mounted on horseback was evaluated using CoP variables in four randomized tasks—straight line and zigzag riding, with OA and OF—recorded by a portable pressure measurement system (CONFORMat®) in addition to the functional outcomes Pediatric Reach Test (RPT) and Pediatric Balance Scale (PBS) after 20 and 40 sessions. A comparison between children with CP and typical development (TD) was also included. Analyses used GEE and Generalized Linear Model (GLM), adopting $p < 0.05$. **Results:** Significant improvements were observed in all outcomes from the first study. In the seated OF/SE condition, reductions were observed in anteroposterior amplitude (ACoPap) ($p = 0.021$) and average velocity (Vavg) ($p = 0.002$). In the seated OF/SI, reductions were observed in the mediolateral amplitudes (ACoPml) ($p = 0.012$), ACoPap ($p = 0.007$), Vavg ($p = 0.011$), and 95% ellipse area (Area95) ($p = 0.027$). In the standing OF/SI, ACoPml decreased ($p = 0.031$). Functional performance also improved significantly, with shorter time in the mTUG and greater distance in the 1MWT in A1 vs. A6 ($p = 0.001$). In the second study, improvements were observed in mounted dynamic balance and functional outcomes after 20 and 40 sessions. The CoP length (CoPComp) during straight-line riding, both with OA and OF, showed a significant reduction compared to the baseline value. Significant improvements were observed in PBS, with differences between A1 x A2 ($p = 0.001$) and A1 x A3 ($p < 0.001$). For RPT, there was a significant increase in anterior reach in centimeters, with differences between A1 x A2 ($p = 0.014$), A1 x A3 ($p < 0.001$), and A2 x A3 ($p = 0.004$).

Significant improvements were also observed in the variables ACoPml and VAVg in right and left lateral reaches ($p \leq 0.003$). Initially, children with CP exhibited greater postural sway than their peers with DT, but at the end of the intervention, both groups presented similar values of CoPComp and ACoPml. **Conclusions:** Hippotherapy promoted significant improvement in static and dynamic balance and functional performance, with progressive and sustained gains over 40 sessions. This evolution occurred gradually, demonstrating that the continued practice of hippotherapy has a positive impact on postural control and functionality in children with CP.

Keywords: Cerebral Palsy, Postural Balance, Functional Performance, Hippotherapy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Interface do software de coleta de dados e o tapete sensorizado.....	64
Figura 2 - Ilustração da tarefa em linha reta.....	66
Figura 3 - Ilustração da tarefa em zigue-zague.....	66
Figura 4 - Sistema de calibração de pressão de vácuo	67
Figura 5 - Itens da Escala de Equilíbrio Pediátrica (PBS).....	68
Figura 6 - Teste de alcance pediátrico (PRT).....	69
Figura 7 - Escala de Ashworth modificada (MAS)	70

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

- 1MWT: Capacidade da marcha pelo Teste de Um Minuto
- ACoPap: Amplitude de deslocamento do CoP da direção anteroposterior
- ACoPml: Amplitude de deslocamento do CoP da direção mediolateral
- ADM: Amplitude de Movimento
- AIC: Critério de informação Akaike
- Area95: Área 95% da elipse do CoP
- ASKp: *Activities Scale for Kids–Performance* – Escala de Atividades para Crianças–desempenho
- BIC: Critério de informação bayesiano
- BPM: *Balance Performance Measurement*
- CIF: Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde
- CM: Centro de Massa
- COG: Centro de gravidade
- CON: Grupo controle
- CoP: Centro de Pressão
- CoPComp: Comprimento total de deslocamento do CoP
- CoPVel: Velocidade média do CoP
- DT: Desenvolvimento típico
- EEB: *Berg Balance Scale* – Escala de Equilíbrio de Berg
- GC: Grupo Controle
- GE: Grupo Experimental
- GEE: Estimativa de Equações Generalizadas
- GI: Grupo Intervenção
- GLM: Modelo Linear Generalizado
- GMFCS: *Gross Motor Function Classifications System* – Sistema de Classificação Motora Grossa
- GMFM: Gross Motor Function Measure – Medida da Função Motora Grossa
- HTG: Grupo equoterapia
- IMC: Índice de massa corporal
- Kg: Quilograma
- LSD: Fisher's Least Significant Difference
- M: Metro

MAS: Escala de Ashworth Modificada
MCID: Mudança mínima clinicamente importante
MMII: Membros inferiores
mTUG: Teste de Mobilidade Modificado
OA/SE: Olhos abertos com superfície estável
OA/SI: Olhos abertos com superfície instável
OF/SE: Olhos fechados com superfície estável
OF/SI: Olhos fechados com superfície instável
OMS: Organização Mundial da Saúde
PBS: *Pediatric Balance Scale* – Escala de Equilíbrio Pediátrica
PC: Paralisia Cerebral
PEDI: *Pediatric Evaluation of Disability Inventory* – Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade
PEDI-CAT: *Pediatric Evaluation of Disability Inventory-Computer Adaptive Test* – Avaliação Pediátrica do Inventário de Incapacidade - Teste Adaptativo de Computador
PEDSQL-CP: *Pediatric Quality of Life Inventory - CP Module*
PROM: Amplitude de movimento passiva
PTG: Grupo de fisioterapia
QIC: Critério de Modelo de Independência
RPT: Teste de Alcance Pediátrico
SAS: *Sitting Assessment Scale* – Escala de Avaliação Sentado
SNC: Sistema Nervoso Central
TALE: Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE: Termo de Consentimento Livre Esclarecido
THR: Programa de equitação terapêutica
VAvg: Velocidade do CoP

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

APÊNDICE 2 – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

APÊNDICE 3 – REGISTRO BRASILEIRO DE ENSAIOS CLÍNICOS

APÊNDICE 4 – APÊNDICE PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS DA FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB)

APÊNDICE 5 – TERMO DE ANUÊNCIA DA INSTITUIÇÃO

APÊNDICE 6 – ARTIGO ACEITO - *Brazilian Journal of Motor Behavior*

APÊNDICE 7 – ARTIGO EM REVISÃO - *Motricidade*

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – PARECER MÉDICO

ANEXO 2 – AVALIAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA

ANEXO 3 – AVALIAÇÃO PSICOLÓGICA

ANEXO 4 – PROTOCOLO DE INTERVENÇÃO

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Estudos que analisaram o equilíbrio postural com intervenção em Equoterapia em crianças com PC.	46
Quadro 2 - Estudos que analisaram o desempenho funcional com intervenção em Equoterapia em crianças com PC.	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características dos participantes.	75
Tabela 2. Comparação do comportamento das variáveis 1MTW, mTUG e CoP na posição sentado em diferentes momentos.....	77
Tabela 3. Comparação do comportamento do CoP na posição em pé em diferentes momentos	81
Tabela 4. Comparação da escala de espasticidade modificada antes e depois da intervenção.	84
Tabela 5. Comparação do comportamento do CoP em diferentes tarefas entre momentos do grupo PC.....	85
Tabela 6. Comparação do comportamento do CoP durante o teste RPT (n=17) e do PBS (n=18) entre momentos no grupo PC	87
Tabela 7. Dados descritivos das variáveis do CoP, em diferentes tarefas entre grupos.....	89
Tabela 8. Comparação do comportamento da ACoPap em diferentes grupos.....	90
Tabela 9. Comparação do comportamento da ACoPml em diferentes grupos.	90
Tabela 10. Comparação do comportamento do CoPcomp em diferentes grupos.	90
Tabela 11. Comparação do comportamento da ACoPml em diferentes tarefas em ambos os grupos	90

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	22
1.1	OBJETIVOS.....	24
1.2	HIPÓTESES.....	26
1.3	DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS	27
1.4	JUSTIFICATIVA.....	29
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	30
2.1	Paralisia Cerebral	31
2.1.2	Classificação Topográfica	32
2.1.3	Sistema de Classificação da Função Motora Grossa.....	32
2.2	Equilíbrio Postural.....	34
2.2.1	Sistema Vestibular.....	35
2.2.2	Sistema Somatossensorial.....	36
2.2.3	Sistema Visual	37
2.2.4	Maturação dos sistemas sensoriais.....	37
2.2	Variáveis do Centro de Pressão	39
2.2.3	Equilíbrio em Crianças com Paralisia Cerebral	40
2.3	Desempenho Funcional	41
2.3.3	Mobilidade.....	42
2.3.3.1	Capacidade da marcha.....	42
2.3.4	Equilíbrio dinâmico.....	43
2.4	Equoterapia e Paralisia Cerebral.....	45
2.4.3	Equilíbrio Postural e Equoterapia.....	45
2.4.4	Desempenho Funcional e Equoterapia.....	51
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	60
3.2	Caracterização do estudo	60
3.3	Seleção dos participantes.....	60
3.4	Comitê de Ética e Pesquisa e Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos	60
3.5	Critérios de inclusão e exclusão	61
3.5.3	Critérios de inclusão	61
3.5.4	Critérios de exclusão	61
3.6	Procedimentos da coleta de dados	61
3.6.3	Variáveis antropométricas	61
3.6.4	Avaliação do equilíbrio estático - CoP	62
3.6.5	Avaliação do desempenho funcional	63

3.6.6	Avaliação do equilíbrio dinâmico	64
3.6.7	Calibração a vácuo do sistema de mensuração portátil.....	66
3.6.8	Escala de equilíbrio pediátrica (PBS)	67
3.6.9	Teste de alcance pediátrico (PRT)	68
3.6.10	Escala de Ashworth modificada (MAS).....	69
3.7	Protocolo de intervenção	70
3.8	Análise estatística.....	73
3.7.1	Estudo 1	73
3.7.2	Estudo 2	73
4	RESULTADOS.....	75
4.1	Estudo 1	75
4.2	Estudo 2	84
5	DISCUSSÃO.....	92
5.1	Estudo 1	92
5.2	Estudo 2	94
6	LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	97
7	IMPLICAÇÕES CLÍNICAS.....	97
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	98
	REFERÊNCIAS	98
	APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	111
	APÊNDICE 2 – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	113
	APÊNDICE 3 – REGISTRO BRASILEIRO DE ENSAIOS CLÍNICOS	114
	APÊNDICE 4 –PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS DA FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UNB).....	115
	APÊNDICE 5 – TERMO DE ANUÊNCIA DA INSTITUIÇÃO	116
	APÊNDICE 6 – ARTIGO ACEITO - <i>Brazilian Journal of Motor Behavior</i> Erro! Indicador não definido.	
	APÊNDICE 7 – ARTIGO EM REVISÃO - <i>Motricidade</i>	130
	ANEXO 1 – PARECER MÉDICO	159
	ANEXO 2 – AVALIAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA	161
	ANEXO 3 – AVALIAÇÃO PSICOLÓGICA.....	165
	ANEXO 4 – PROTOCOLO DE INTERVENÇÃO	170

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Paralisia Cerebral (PC) apresenta incidência aproximada de 1,6 para cada 1000 nascidos vivos em países de alta renda. Em países de baixa e média renda, essa prevalência é ainda maior, sendo considerada a causa mais comum de incapacidade física na infância (Novak et al., 2025; Oskoui et al., 2013; Patel et al., 2020; Sadowska et al., 2020). O equilíbrio postural, que se encontra alterado em crianças com PC (Dan et al., 2026; Novak et al., 2020; Sadowska et al., 2020), é determinado pelas características e demandas da tarefa e do ambiente, pelas informações sensoriais disponibilizadas pelos sistemas visual, vestibular, e somatossensorial, sendo integradas no sistema nervoso central (SNC) para gerar respostas de controle postural adequadas (Anne Shumway-Cook, Woollacott, & Chaim, 2010; Woollacott & Shumway-Cook, 2005a).

Entre as diferentes estratégias dinâmicas para melhorar o equilíbrio postural em crianças com PC, o uso de atividades equestres como recurso terapêutico vem aumentando consideravelmente nas últimas décadas (Wood & Fields, 2021). Durante a Equoterapia, método terapêutico utilizado no Brasil, o andar do cavalo provoca movimentos da pelve e do tronco que simulam a marcha humana, facilitando a interação sensório-motora (Garner & Rigby, 2015; Uchiyama, Ohtani, & Ohta, 2011). A Equoterapia destaca-se nesse contexto por proporcionar estímulos multissensoriais e motores decorrentes do movimento tridimensional do cavalo, exigindo ajustes constantes de tronco, cabeça e membros. Essa prática promove respostas adaptativas do sistema muscular, favorecendo o treinamento dinâmico do equilíbrio e a integração de diferentes sistemas sensoriais (Stergiou et al., 2025a; Stergiou et al., 2017). O uso desse recurso terapêutico pode ser importante na reabilitação, principalmente para aqueles praticantes que são incapazes de executar a marcha independente (Luzum et al., 2023; Shahiri et al., 2020; Uchiyama et al., 2011).

Embora estudos anteriores demonstrem que a Equoterapia melhora o equilíbrio postural e o desempenho funcional em crianças com PC, ainda existem lacunas relacionadas à compreensão de como essas adaptações ocorrem ao longo de intervenções prolongadas (Moraes et al., 2020; Moraes et al., 2016; Viruega et al., 2019). Este estudo investiga como o equilíbrio postural estático e dinâmico, em diferentes condições sensoriais, bem como o desempenho funcional evoluem ao longo de uma intervenção prolongada de equoterapia em crianças com PC, realizada em 40 sessões ao longo de 10 meses. Busca-se compreender se os ganhos se desenvolvem de forma linear, se ocorrem mais rapidamente nas fases iniciais, se continuam a se manifestar até o final das 40 sessões ou se eventualmente se estabilizam, atingindo um platô. Dessa forma, o estudo não se limita a avaliar a eficácia da Equoterapia, mas também analisa o

padrão temporal de adaptação motora, fornecendo informações relevantes para o planejamento de protocolos terapêuticos otimizados. Até onde alcança nossa revisão da literatura, existe uma lacuna na literatura de estudos que investiguem o equilíbrio postural dinâmico em crianças com PC durante tarefas funcionais, como marcha em zigue-zague e em linha reta, associadas à manipulação do sistema visual, as quais são frequentemente utilizadas em sessões de Equoterapia. Diante dessas lacunas, torna-se necessário investigar, de forma longitudinal, como o equilíbrio postural e o desempenho funcional evoluem ao longo de protocolos prolongados de equoterapia.

Dessa forma, esse projeto está dividido em dois estudos:

Estudo 1: Estudo de coorte com o objetivo principal de avaliar o equilíbrio postural estático e o desempenho funcional em crianças com paralisia cerebral ao longo de 40 sessões de Equoterapia semanais.

Estudo 2: Estudo de coorte com o objetivo principal de avaliar o comportamento do equilíbrio postural dinâmico em crianças com paralisia cerebral durante diferentes tarefas realizadas na Equoterapia.

Palavras-chave: Paralisia Cerebral; Equilíbrio Postural; Desempenho Funcional; Equoterapia.

1 INTRODUÇÃO

A PC é a principal causa de incapacidade motora na infância e caracteriza-se como uma condição neurodesenvolvimental heterogênea decorrente de uma lesão cerebral não progressiva ocorrida no cérebro em desenvolvimento, que compromete o movimento, a postura e a funcionalidade ao longo da vida (Dan et al., 2026). A gravidade das limitações motoras é comumente classificada por meio do Gross Motor Function Classification System (GMFCS), que organiza os indivíduos em cinco níveis de acordo com a mobilidade funcional. Crianças classificadas nos níveis I, II e III apresentam deambulação com diferentes graus de independência, enquanto os níveis IV e V correspondem a crianças com mobilidade bastante limitada ou não deambuladoras (Palisano et al., 1997). Dessa forma, a PC pode ocasionar diversos comprometimentos ao longo do desenvolvimento, abrangendo aspectos cognitivos, sensoriais e neuromusculares (Dan et al., 2026; Bax et al., 2005; Rosenbaum et al., 2007). Crianças com PC frequentemente apresentam alterações na estabilidade, na organização postural e no equilíbrio, componentes essenciais para o desenvolvimento das habilidades motoras e para a execução eficiente das atividades de vida diária. A perda de estabilidade propicia um desequilíbrio estrutural no corpo, potencialmente resultando na redução da funcionalidade da pessoa (Dan et al., 2026; Bax et al., 2005; Rosenbaum et al., 2007). A repetição de uma determinada ação ou tarefa postural permite que o indivíduo refine suas respostas, otimizando assim a eficácia do equilíbrio e sua funcionalidade (Sun et al., 2022).

A oportunidade de praticar ativamente estratégias de postura e equilíbrio em ambientes em mudança pode promover reações posturais, resposta antecipada e feedback corretivo do equilíbrio postural (Horak, 2006a; Anne Shumway-Cook et al., 2010). Com base nesse princípio, diversas estratégias de reabilitação têm sido utilizadas com o objetivo de recuperar e/ou manter o equilíbrio postural e o desempenho funcional em crianças com PC (Novak et al., 2020). Nesse contexto, intervenções terapêuticas voltadas ao treinamento do controle postural tornam-se fundamentais, a Equoterapia utiliza o andar do cavalo como recurso terapêutico, transmitindo ao praticante impulsos locomotores e sensoriais que geram padrões rítmicos de oscilação (Janura et al., 2009; Stergiou et al., 2025a). Esses estímulos são processados pelo córtex motor e pelo cerebelo, resultando em respostas eferentes que controlam e ajustam continuamente a postura e o equilíbrio (Moraes et al., 2016; Uchiyama; Ohtani; Ohta, 2011; Viruega et al., 2019). Além dos efeitos posturais, evidências demonstram que a prática favorece também o desempenho funcional, com melhorias em parâmetros da marcha, na função motora e nos testes funcionais (Stergiou et al., 2025a). Equoterapia favorece o desenvolvimento de estratégias de equilíbrio postural e melhora do desempenho funcional, pois a criança está

constantemente exposta a vários estímulos – por exemplo, ritmos ou intensidade de perturbação diferentes, ou mudanças da marcha do cavalo (ao passo/trote) – que exigem ajustes posturais automáticos (Wood & Fields, 2021; Yan et al., 2024).

Existem diferentes métodos que são utilizados para avaliar os efeitos da Equoterapia no equilíbrio postural e desempenho funcional de indivíduos com PC, incluindo o uso de instrumentos e avaliações observacionais por meio de métodos quantitativos e qualitativos (Novak et al., 2020; Stergiou et al., 2025a). Nota-se uma prevalência maior de escalas, testes funcionais e questionários; isso pode ser atribuído possivelmente à facilidade de acesso e aplicação dessas ferramentas (Stergiou et al., 2025a). Nesse estudo foram utilizados equipamentos que permitem mensurar o equilíbrio postural estático e dinâmico, por meio dos parâmetros advindos do deslocamento do centro de pressão (CoP) em diferentes momentos da intervenção (Clayton et al., 2011; Flores et al., 2015; Flores et al., 2019; Janura et al., 2009; Moraes et al., 2020; Moraes et al., 2016; Viruega et al., 2019). O deslocamento do CoP é considerado um marcador sensível da estabilidade postural e amplamente utilizado em pesquisas clínicas e experimentais. Entretanto, sua interpretação difere entre condições estáticas e dinâmicas (Nakaya, Mazzitelli, & Sá, 2013; Paillard & Noé, 2015). No equilíbrio estático, maiores valores de oscilação do CoP indicam instabilidade, refletindo maior dificuldade em manter o centro de massa (CM) dentro da base de suporte (Szopa & Domagalska-Szopa, 2024). Já no equilíbrio dinâmico, como em tarefas de alcance postural ou transições funcionais (ex. sentar-levantar), certo grau de deslocamento do CoP é necessário para a execução do movimento; contudo, oscilações excessivas ou desorganizadas comprometem a eficiência e a segurança da tarefa (Pavão et al., 2015; Shim et al., 2022).

A quantificação dos parâmetros de deslocamento do CoP durante a interação entre o dorso do cavalo e o cavaleiro é fundamental para compreender os mecanismos biomecânicos que sustentam a Equoterapia. Esses parâmetros permitem validar modelos teóricos que descrevem como o movimento tridimensional e rítmico do cavalo gera perturbações posturais contínuas, exigindo do praticante ajustes constantes de tronco e membros para manter a estabilidade (Clayton et al., 2011; Flores et al., 2015; Flores et al., 2019). Dessa forma, o CoP torna-se um marcador objetivo para traduzir a complexa interação entre estímulos externos – proporcionados pelo cavalo – e respostas motoras adaptativas do cavaleiro. Mesmo com esses avanços, ainda são escassos estudos que investiguem de forma sistemática as respostas de equilíbrio postural do praticante ao longo do processo de intervenção, especialmente durante a interação dinâmica entre cavalo e cavaleiro. A maior parte das pesquisas existentes limita-se a comparações pré- e pós-intervenção, sem explorar como o organismo responde dinamicamente

durante a exposição contínua às demandas sensório-motoras impostas pelo movimento do cavalo (Antunes et al., 2016; Janura et al., 2009; Viruega et al., 2019). Essa lacuna limita a compreensão sobre os processos adaptativos imediatos e progressivos, que poderiam oferecer informações valiosas para o delineamento de protocolos mais eficazes de intervenção. Considerando as ponderações anteriores, a indagação central deste estudo é se um programa de Equoterapia de longo prazo é capaz de promover mudanças no equilíbrio postural estático, dinâmico e no desempenho funcional de crianças com PC?

1.1 OBJETIVOS

Objetivo Geral

Estudo 1

- Avaliar e descrever o equilíbrio postural estático e o desempenho funcional em crianças com paralisia cerebral ao longo de 40 sessões de Equoterapia.

Estudo 2

- Avaliar e descrever o equilíbrio postural dinâmico em crianças com paralisia cerebral.

Objetivos Específicos

Estudo 1

- Descrever o comportamento das variáveis do equilíbrio postural sentado quieto e ereto quieto em crianças com paralisia cerebral com e sem manipulação dos sistemas visual e somatossensorial ao longo de 40 sessões de Equoterapia.
- Descrever a capacidade da marcha e a mobilidade em crianças com paralisia cerebral ao longo de 40 sessões de Equoterapia.

Estudo 2

- Descrever as variáveis do comportamento do equilíbrio postural dinâmico nas condições de deslocamento em linha reta e zigue-zague, com e sem restrição visual em crianças com paralisia cerebral ao longo de 40 sessões de Equoterapia.
- Descrever o equilíbrio dinâmico e o equilíbrio funcional em crianças com paralisia cerebral ao longo de 40 sessões de Equoterapia.

- Comparar as variáveis do comportamento do equilíbrio postural dinâmico durante o deslocamento em linha reta e zigue-zague, com e sem restrição visual em crianças com paralisia cerebral e crianças com desenvolvimento típico.

1.2 HIPÓTESES

Estudo 1

- H0: A Equoterapia, após 40 sessões, não consegue promover alterações benéficas no equilíbrio postural estático nem no desempenho funcional de crianças com PC.
- H1: A Equoterapia, após 40 sessões, é capaz de promover alterações benéficas no equilíbrio postural estático e no desempenho funcional em crianças com PC.

Estudo 2

- H0: Não haverá diferença no comportamento do equilíbrio postural dinâmico em crianças com PC, quando comparadas com seus pares típicos durante diferentes tarefas realizadas na Equoterapia.
- H1: Haverá diferença no comportamento do equilíbrio postural dinâmico em crianças com PC, quando comparadas com seus pares típicos durante diferentes tarefas realizadas na Equoterapia.

1.3 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

Conceitual

Equilíbrio postural dá-se no ato de manter a cabeça, tronco e braços (massa corporal) sobre a base de apoio, ocorrendo por meio da interação dos sistemas somatossensorial, vestibular e visual de cada indivíduo, gerando respostas eferentes do SNC para manter ou restaurar a postura (Anne Shumway-Cook et al., 2010). O que modifica o equilíbrio postural em pé do equilíbrio postural sentado é apenas uma representação interna do corpo, incluindo o centro de gravidade à base de suporte, que na posição sentada é maior que nos pés. No entanto, alguns autores tentam confirmar que os conceitos importantes para o equilíbrio postural vertical são válidos para o equilíbrio postural sentado (Forsberg & Hirschfeld, 1994; Anne Shumway-Cook et al., 2010).

O equilíbrio postural estático é definido como a capacidade do indivíduo de manter a posição do corpo em repouso sobre a base de suporte, com o centro de massa estabilizado dentro dos limites de estabilidade, sem deslocamento significativo. Em termos biomecânicos, isso significa manter o CoP dentro de uma área segura, com mínimas oscilações, enquanto o corpo permanece parado – por exemplo, ao permanecer em pé, sentado ou ajoelhado, sem movimentação ativa (Anne Shumway-Cook et al., 2010).

O equilíbrio postural dinâmico é definido como a capacidade de manter a estabilidade corporal durante a execução de movimentos que envolvem deslocamento do centro de massa ou mudanças da base de suporte. Em outras palavras, é a habilidade de ajustar o controle postural de forma contínua e eficiente enquanto o corpo está em movimento — seja durante a marcha, mudanças de direção, alcançar objetos, ou montar a cavalo, por exemplo (Shumway-Cook; Woollacott; Chaim, 2010).

Operacional

O equilíbrio postural pode ser medido por meio das variáveis básicas do CoP, sendo elas: ACoPap – amplitude de deslocamento do CoP na direção anteroposterior; ACoPml - amplitude de deslocamento do CoP na direção mediolateral; CoPComp – comprimento total do CoP; CoPvel – velocidade média do CoP e CoParea95 - área da elipse que contém 95% dos dados dos deslocamentos (Duarte & Freitas, 2010; Paillard & Noé, 2015).

Conceitual

O desempenho funcional é definido como a capacidade do indivíduo de realizar atividades e tarefas significativas em seu cotidiano, integrando aspectos motores, cognitivos e

sociais. Segundo a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF/ICF), o desempenho corresponde à execução real de atividades no contexto de vida habitual, diferindo do conceito de capacidade, que diz respeito ao potencial máximo em condições ideais (“The World Health Organization International Classification of Functioning, Disability, and Health”, 2004) No campo da reabilitação pediátrica, Ketelaar; Vermeer; Helders, 1998 e Wang et al., 2009, destacam que o desempenho funcional reflete não apenas a execução de habilidades motoras, mas também a participação da criança em diferentes contextos de desenvolvimento, tornando-se um constructo multidimensional e essencial para a avaliação dos efeitos das intervenções em populações com PC.

Operacional

No presente estudo, o desempenho funcional foi avaliado por meio de instrumentos validados que, em conjunto, mensuram diferentes dimensões da funcionalidade:

- 1-Minute Walk Test (1MTW): Avalia a resistência funcional e a capacidade de deambulação, registrando a distância percorrida em 1 minuto como indicador de endurance e desempenho ambulatório (McDowell et al., 2005).
- Modified Time Up and Go (mTUG): Mensura a mobilidade funcional, o tempo de execução de transições posturais (levantar-se, caminhar curta distância, retornar e sentar) e a eficiência nas transferências, refletindo a capacidade de mobilidade funcional (Williams et al., 2007)
- Pediatric Reach Test (RPT): Avalia a habilidade de alcance funcional em posição sentada e/ou em pé, mensurando a distância máxima alcançada sem perda de equilíbrio; constitui um indicador dos limites de estabilidade e do controle antecipatório (reach/limit of stability), sendo particularmente sensível a alterações na estabilidade dinâmica e na capacidade de execução de tarefas motoras direcionadas (Bartlett & Birmingham, 2003).
- Pediatric Balance Scale (PBS): Instrumento que avalia o desempenho funcional em tarefas de equilíbrio estático e dinâmico em situações do cotidiano, fornecendo um escore global da habilidade funcional relacionada ao equilíbrio (Yi et al., 2012).

1.4 JUSTIFICATIVA

O equilíbrio postural é um dos déficits mais comuns em crianças com PC (Dan et al., 2026; Rosenbaum et al., 2007). Entretanto, já se sabe que o equilíbrio postural sentado estático melhora nas crianças com PC após semanas de intervenção de Equoterapia (Kang, Jung, & Yu, 2012; Moraes et al., 2020; Moraes et al., 2016; Shurtleff, Standeven, & Engsberg, 2009). A Equoterapia é bem descrita como método de intervenção para o equilíbrio postural de crianças com PC (Martín-Valero, Vega-Ballón, & Perez-Cabezas, 2018; Novak et al., 2020; Stergiou et al., 2025a; Wood & Fields, 2021). Em uma revisão narrativa, Martín-Valero, Vega-Ballón e Pérez-Cabezas (2018) analisaram estudos que investigaram os efeitos da Equoterapia no equilíbrio postural de crianças com PC e verificaram sua eficácia para a melhora do equilíbrio postural sentado. Esse achado é reforçado pelo estudo de Moraes et al., (2020).

A quantidade das sessões de Equoterapia é um aspecto importante na organização de um centro de Equoterapia, tendo em vista que esse fator interfere na quantidade de pessoas que podem ser atendidas semanalmente e também no tempo de tratamento eficiente em conjunto com os objetivos, auxiliando na decisão de como serão os atendimentos por meio do Sistema Único de Saúde e também dos serviços oferecidos pelos planos de saúde. Diante desse cenário, a relevância deste estudo está não apenas em investigar os efeitos da Equoterapia sobre o equilíbrio postural e o desempenho funcional em crianças com PC, mas também em utilizar medidas objetivas de avaliação e analisar, de forma integrada, o comportamento do equilíbrio postural estático e dinâmico. Além disso, o estudo busca compreender quando e como essas mudanças acontecem ao longo da intervenção, considerando diferentes momentos de avaliação ao longo das sessões. Outro aspecto relevante é a análise do equilíbrio postural sob diferentes condições sensoriais, como manipulação da visão e das demandas da tarefa, uma vez que ainda são escassos estudos que investiguem como crianças com PC respondem a essas variações durante a prática da Equoterapia. Investigações com maior número de sessões e intervalos menores entre avaliações podem contribuir para identificar em que momento do tratamento ocorrem modificações e se os ganhos evoluem progressivamente ou atingem um possível platô. Dessa forma, os achados podem fornecer subsídios relevantes para o planejamento e a otimização de protocolos terapêuticos em Equoterapia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para a busca do referencial teórico deste estudo, foram utilizados os seguintes descritores: língua portuguesa: “equilíbrio” OR “equilíbrio postural” OR “equilíbrio da postura” OR “equilíbrio postural estático” OR “equilíbrio postural dinâmico” “controle postural” OR “controle da postura” OR “Desempenho Físico Funcional” OR “Desempenho Físico” OR “Desempenho Funcional” OR “equoterapia” OR “hipoterapia” OR “atividades equestres” OR “andar a cavalo” OR “paralisia cerebral” OR “encefalopatia crônica na infância”.

Língua espanhola: “control postural” OR “control de postura” OR “equilibrar” OR “Rendimiento Físico Funcional” OR “andar a caballo” OR “actividades ecuestres” OR “parálisis cerebral” OR “encefalopatía crónica en la infancia”.

Na língua inglesa: “posture control” OR “balance” OR “balance of posture “ OR ”Physical Functional Performance” OR “cerebral palsy” OR “childhood chronic encephalopathy” OR “therapeutic riding” OR “therapeutic horse riding” OR “therapeutic horseback riding” OR “horse riding” OR “horseback riding” OR hippotherapy OR “equine-assisted therapy” OR “equine-assisted movement therapy” OR “equine therapy” OR “equine movement therapy” OR “developmental riding therapy” OR “riding for the disabled” OR “Equine-Assisted Therapy” OR “Equine Assisted Psychotherapy” OR “Equine Assisted Therapy” OR “Equine-Assisted Psychotherapies” OR “Horseback Riding Therapy” OR “Recreational Horseback Riding Therapy” OR “Equine psychotherapy”. Nas seguintes bases de dados: PubMed, Medline, Scielo, Web of Science.

2.1 Paralisia Cerebral

A PC é caracterizada por um conjunto de distúrbios permanentes que afetam o desenvolvimento, o movimento e a postura. Essas alterações resultam em limitações na atividade e são associadas a um distúrbio não progressivo que ocorreu durante o desenvolvimento encefálico do feto, do lactente ou da criança (Bax et al., 2005; Dan et al., 2026; Himmelmann et al., 2011; Rosenbaum et al., 2007). Em âmbito global, a prevalência estimada da PC é de aproximadamente 2 a 3 casos por 1.000 nascidos vivos, podendo alcançar valores mais elevados em países de baixa e média renda (Mancini et al., 2002; Mancini, Schaper, & Figueiredo, 2004; Zanini, Cemin, & Peralles, 2009). No Brasil, embora ainda não existam estimativas populacionais nacionais consolidadas, estudo multicêntrico recente descreveu o perfil clínico e funcional de ampla coorte acompanhada em rede nacional de reabilitação, representando o maior conjunto de dados brasileiros atualmente disponível (Magro Borigato et al., 2025). A ausência de um sistema nacional de vigilância epidemiológica específico para a PC ainda limita a determinação precisa de sua prevalência no país. Fatores como complicações durante a gestação, condições precárias de nutrição materna e infantil, além de atendimentos médicos e hospitalares frequentemente inadequados, podem contribuir para o aumento dessa incidência (Novak et al., 2017; Patel et al., 2020; Sadowska et al., 2020; Tegegne, 2023).

A PC tem uma variedade de causas, podendo ocorrer antes da gestação. As razões mais comuns incluem diagnóstico prévio de convulsões, deficiência intelectual ou doença da tireoide na mãe, histórico obstétrico de três ou mais abortos espontâneos e idade materna acima de 40 anos (Himmelmann et al., 2011; Novak et al., 2025). Durante a gestação, as causas podem estar relacionadas à pré-eclâmpsia, gestação múltipla, hemorragias, infecções congênitas, desnutrição fetal e apresentação fetal atípica (Novak et al., 2017; Novak et al., 2025). Os fatores durante o parto abrangem deslocamento prematuro de placenta, lesões hipóxico-isquêmicas, prematuridade e complicações respiratórias (Patel et al., 2020; Sadowska et al., 2020; Novak et al., 2025). No caso da PC de origem pós-parto, as principais causas incluem distúrbios metabólicos, traumatismos cranioencefálicos, infecções como meningites e encefalites, afogamentos, aspirações, intoxicações e desnutrição (Patel et al., 2020; Sadowska et al., 2020; Tegegne, 2023; Novak et al., 2025). As manifestações clínicas da PC variam de acordo com a extensão, tipo e localização da lesão no SNC, bem como com a capacidade desse sistema de se adaptar ou reorganizar após a ocorrência da alteração. Lesões mais abrangentes tendem a resultar em quadros clínicos mais graves. A classificação pode ser feita considerando a localização da alteração motora e o nível de independência nas atividades diárias (Bax et al.,

2005; Graham et al., 2016; Mancini et al., 2004; Odding, Roebroek, & Stam, 2006; Novak et al., 2025).

2.1.1 Sistemas de Classificação da Paralisia Cerebral

2.1.2 Classificação Topográfica

A PC é classificada de acordo com a localização da alteração motora, podendo ser caracterizada como: monoplegia e hemiplegia (esses dois tipos topográficos são equivalentes a PC unilateral), diplegia e quadriplegia (nesses dois tipos topográficos pode ser usado o termo PC bilateral) (Graham et al., 2016; Surveillance of Cerebral Palsy in Europe, 2000). A monoplegia se caracteriza por somente um membro afetado, sendo mais frequente o membro inferior. Na hemiplegia, um lado do corpo é comprometido e tem como principais causas o acidente vascular cerebral e a leucomalácia periventricular assimétrica. A diplegia é frequentemente associada à lesão na substância branca do cérebro, com hemorragia intraparenquimatosa e/ou lesão periventricular, sendo mais comum em bebês nascidos prematuros, e é caracterizada pelo acometimento bilateral dos quatro membros, com predomínio nos membros inferiores. A quadriplegia está associada à lesão na substância cinzenta e é o comprometimento de todos os quatro membros e do tronco. Os termos plegia e paresia são utilizados e se baseiam na gravidade do comprometimento dos membros. A plegia corresponde quando o membro não apresenta contração muscular (ausência de movimento), e na paresia o membro apresenta uma fraqueza da musculatura, com diminuição da amplitude de movimento (ADM) (Graham et al., 2016; Surveillance of Cerebral Palsy in Europe, 2000).

2.1.3 Sistema de Classificação da Função Motora Grossa

O Sistema de Classificação da Função Motora Grossa - *Gross Motor Function Classifications System* (GMFCS) possui uma facilidade de aplicação e é considerado capaz de agrupar as crianças com PC mais homogeneamente do que a simples classificação por diagnóstico ou a classificação topográfica. É dividido em cinco níveis ordinais em ordem decrescente de funcionalidade, cuja distinção é baseada nas limitações funcionais, na necessidade de dispositivos manuais para mobilidade (como andadores, muletas ou bengalas) ou na mobilidade em cadeira de rodas (Graham et al., 2016; Palisano et al., 1997; Rosenbaum et al., 2007).

O nível I abrange as pessoas com habilidades comunitárias e com mínimas disfunções; elas devem ser capazes de assumir a postura sentada sem apoio, realizar transferências posturais, ficar de pé, deambular, correr e pular. O nível II é aquela pessoa que apresenta

controle de tronco, assumindo a postura sentada em uma cadeira convencional, realiza transferência da postura sentada para de pé utilizando apoio de membros superiores (MMSS), deambula fora e dentro de casa em menores distâncias, sobe escadas com apoio de MMSS e não é capaz de correr e pular. O nível III é caracterizado por pessoas com PC que apresentam maiores limitações motoras, como necessidade de suporte no tronco ou na pelve para assumir a postura sentada em cadeira convencional, utilizam MMSS em transferências funcionais, deambulam com uso de dispositivos de mobilidade em superfícies planas e necessitam ser transportadas em maiores distâncias e em superfícies irregulares. Pessoas com o nível IV apresentam limitações ao adquirir a postura sentada. Necessitam-se de adaptações em tronco e pelve, levantam e sentam com a ajuda de um adulto, não apresentam autolocomoção, necessitam ser transportadas e podem conseguir se locomover em uma cadeira motorizada. O nível V é aquela pessoa que apresenta limitações em todas as áreas de funcionalidade, não controla a cabeça e o tronco contra a gravidade, não realiza transferências e não apresenta autolocomoção, necessitando ser transportada por dispositivos de mobilidade adaptados (Graham et al., 2016; Palisano et al., 1997; Rosenbaum et al., 2007).

2.2 Equilíbrio Postural

O equilíbrio postural desempenha um papel importante no desenvolvimento infantil, pois é uma necessidade para alcançar tanto novas posturas no início da vida quanto habilidades motoras mais complexas. Em bebês, à medida que surge a atividade reflexa postural, é possível o endireitamento e a orientação da cabeça e do corpo no espaço. Esses reflexos posturais proporcionam ao bebê no primeiro ano de vida a capacidade de alcançar e manter diversas posturas, como sentar e ficar em pé de forma independente (Verbecque et al., 2016).

No entanto, após o marco motor da postura independente ser alcançado, um maior refinamento do controle postural nesta postura específica continua a se desenvolver durante a infância (Hsu, Kuan, & Young, 2009; Anne Shumway-Cook et al., 2010; Verbecque et al., 2016). Quando o equilíbrio postural não se desenvolve adequadamente, posteriormente, o desenvolvimento motor geral será influenciado (Hsu et al., 2009; Verbecque et al., 2016).

O equilíbrio postural ereto é alcançado por meio da atuação do controle postural, o qual recebe informações sensoriais do sistema visual, vestibular e somatossensorial (Anne Shumway-Cook et al., 2010). A preservação desse equilíbrio envolve a detecção sensorial dos movimentos corporais, a integração das informações sensorio-motoras no SNC e a realização das respostas musculoesqueléticas adequadas (Horak et al., 2006a). Qualquer perturbação nesse complexo sistema de integração pode resultar em modificações na preservação do controle postural (Anne Shumway-Cook et al., 2010)

Embora possa parecer uma tarefa simples, manter uma postura ereta imóvel é intrinsecamente instável. Forças gravitacionais agindo sobre um modelo de pêndulo invertido contribuem para essa instabilidade, juntamente com alterações externas, como perturbações ou manipulações dos sistemas sensoriais, bem como mudanças internas, como fadiga muscular, envelhecimento ou assimetrias. Esses desafios são enfrentados pelo sistema de controle postural (Anne Shumway-Cook et al., 2010). O sistema de controle postural funciona principalmente como um sistema de controle de feedback, recebendo e integrando várias entradas sensoriais e emitindo comandos motores adaptativos e corretivos (Assaiante et al., 2005; Anne Shumway-Cook et al., 2010).

As modalidades sensoriais envolvidas na manutenção do equilíbrio incluem a integração das informações sensoriais visuais e vestibulares, que avaliam o posicionamento do corpo, além de detectar perturbações externas e fornecer feedback para estratégias motoras anteriores. Assim, o controle motor coordena os músculos do tronco e dos membros inferiores, combinando estratégias posturais para reduzir a oscilação corporal e manter o centro de massa dentro da base de suporte (Rachwani et al., 2015). Embora os sistemas sensoriais envolvidos

no controle postural sejam anatomicamente separados, o sistema nervoso tem a capacidade de alterar discretamente a fonte principal de informação sensorial (Cumberworth et al., 2007; Shumway-Cook; Woollacott; Chaim, 2010). Isso se manifesta quando há supressão da informação visual ou quando são utilizadas superfícies móveis ou macias, resultando em uma degradação significativa das informações sensoriais. Mesmo nessas condições desafiadoras, os indivíduos são capazes de manter a postura.

A predominância de um sistema sensorial sobre outro é um mecanismo pelo qual o SNC evita conflitos de informações sensoriais. Essa predominância é dinâmica e dependente principalmente da tarefa em questão, da disponibilidade de informações sensoriais e dos objetivos do controle postural. Em ambientes bem iluminados, com uma base de apoio estável, pessoas saudáveis geralmente atribuem cerca de 70% da importância ao sistema somatossensorial, 20% ao sistema vestibular e 10% ao sistema visual (Peterka, 2002). Embora vários estudos tenham investigado o desenvolvimento da oscilação postural em crianças, existe uma discordância considerável sobre a sua (não) linearidade. Claramente, a oscilação postural diminui com o aumento da idade, mas ainda não está claro se esta diminuição surge em uma idade específica ou como uma diminuição gradual. Isto pode ser devido à escolha das faixas etárias investigadas nos estudos, que têm sido selecionadas de forma relativamente arbitrária (Hsu et al., 2009; Verbecque et al., 2016).

Para abordar a utilização da informação sensorial e o desenvolvimento da integração sensório-motora nas crianças, é necessário manipular esses sistemas sensoriais comparando diversas condições, por exemplo, olhos abertos, olhos fechados, superfície estável e superfície instável. A utilização destas diferentes condições permite determinar os principais efeitos da visão e das informações somatossensoriais e suas interações. Além de fornecer insights sobre o desenvolvimento sensório-motor em crianças, estas informações são importantes quando se investiga o equilíbrio em crianças com patologias subjacentes, uma vez que o mau desempenho pode estar relacionado à imaturidade do controle postural ou à patologia subjacente (Hsu et al., 2009; Verbecque et al., 2016).

A seguir serão descritos os três sistemas sensoriais envolvidos no equilíbrio postural.

2.2.1 Sistema Vestibular

O sistema vestibular desempenha um papel crucial na regulação do equilíbrio e do controle postural, fornecendo ao SNC informações sobre a posição da cabeça e seus movimentos angulares e lineares em relação à gravidade. Localizado no ouvido interno, o sistema vestibular é composto por estruturas chamadas de vestíbulo (sáculo e utrículo) e pelos

canais semicirculares. Nos seres humanos, é composto por três componentes principais: um sistema sensorial periférico, um processador central e um mecanismo de resposta motora (Horak, 2006a; Peterka, 2002; Anne Shumway-Cook et al., 2010).

O componente periférico consiste em receptores sensoriais no oitavo nervo craniano, enquanto o componente central inclui os quatro núcleos vestibulares e os tratos ascendentes e descendentes. O sistema periférico é constituído de um conjunto de sensores do movimento (células sensoriais), os quais enviam informações ao SNC, especificamente, ao complexo nuclear vestibular e ao cerebelo, sobre a velocidade angular da cabeça, a aceleração linear e a orientação cefálica em relação ao eixo gravitacional. Os receptores sensoriais dividem-se em dois tipos: os órgãos do otólito, sáculo e utrículo, e os canais semicirculares do labirinto, que são cavidades do osso temporal associadas à cóclea (Horak, 2006a; Peterka, 2002; Anne Shumway-Cook et al., 2010).

As informações oriundas do sistema vestibular são importantes para a coordenação de respostas motoras, auxiliam na estabilização dos movimentos dos olhos e mantêm a estabilidade corporal durante a postura ereta e marcha. Qualquer déficit presente na organização deste sistema resulta em sensações de tontura e instabilidade, assim como problemas na focalização do olhar e na manutenção do equilíbrio postural (Horak, 2006a; Peterka, 2002; Anne Shumway-Cook et al., 2010).

2.2.2 Sistema Somatossensorial

O sistema somatossensorial informa ao SNC a respeito da posição e do movimento das diversas partes do corpo, umas com relação às outras e com relação à superfície de suporte. Difere de outros sistemas sensoriais porque seus receptores estão localizados por todo o corpo e não estão concentrados em locais especializados e porque respondem a diferentes tipos de estímulos agrupados em quatro categorias: toque, temperatura, posição do corpo e dor (Horak, 2006a; Peterka, 2002; Anne Shumway-Cook et al., 2010).

O estímulo somatossensorial pode ativar vários receptores e cabe ao SNC interpretar a atividade dos receptores e utilizá-los em percepções coerentes com a realidade ou com a tarefa solicitada. Este sistema engloba toda a informação sensorial vinda dos receptores somatossensitivos que incluem os fusos musculares e os órgãos tendinosos de Golgi, receptores articulares e mecanorreceptores cutâneos: discos de Merkel, os corpúsculos de Meissner, os corpúsculos de Pacini e os corpúsculos de Ruffini (Horak, 2006a; Peterka, 2002; Anne Shumway-Cook et al., 2010).

2.2.3 Sistema Visual

O sistema visual é o responsável pelo processo de dar significado às imagens no SNC. O mecanismo de percepção visual inicia-se na retina, onde a luz entra na córnea e é projetada na parte posterior do olho, atingindo a retina. A luz é transformada em um sinal elétrico e conduzida pelo sistema nervoso. O sistema visual permite que o indivíduo identifique objetos no espaço e fornece informações sobre o ambiente, a localização, a direção e a velocidade de movimento do indivíduo. As informações visuais a respeito de movimento linear ou rotação do corpo, captadas pela retina, também são utilizadas na manutenção do equilíbrio, podendo inclusive compensar parcialmente a ausência de informação proprioceptiva, porém os movimentos tornam-se mais lentos (Horak, 2006a; Peterka, 2002; Anne Shumway-Cook et al., 2010).

O sistema visual contribui para manter a oscilação natural do corpo distante dos limites da base de apoio, fornecendo referências sobre a posição da cabeça e do tronco quando o CM é perturbado pela translação da base de apoio. No entanto, diante de deslocamentos lentos desta base, o SNC tende a reduzir a dependência das informações visuais, que podem ser imprecisas, e a privilegiar os sinais vestibulares e proprioceptivos para o controle postural (Horak, 2006a; Peterka, 2002; Anne Shumway-Cook et al., 2010).

2.2.4 Maturação dos sistemas sensoriais

A maturação dos sistemas sensoriais exerce impacto sobre o controle postural, variando conforme a idade, e, quando integrada ao controle dos movimentos voluntários, contribui significativamente para uma compreensão abrangente do controle da ação motora.

O sistema visual é o primeiro sistema sensorial a amadurecer (Sá et al., 2018). Mostrou nos seus resultados que, aos cinco anos de idade, a visão já pode ser considerada totalmente madura, pois os padrões de resposta postural eram semelhantes entre diferentes faixas etárias. Esse achado está de acordo com outro estudo, em que as crianças começaram a se equilibrar com base no sistema visual já aos quatro anos (Rinaldi, Polastri e Barela, 2009). Portanto, crianças de cinco anos são adaptáveis a mudanças nos estímulos visuais.

O sistema somatossensorial, responsável por fornecer informações provenientes de receptores cutâneos, proprioceptivos e articulares, apresenta amadurecimento mais tardio. Em torno dos sete a oito anos de idade, as crianças já conseguem estabilizar os estímulos visuais e somatossensoriais, demonstrando maior refinamento do equilíbrio postural, embora ainda não utilizem essas informações de forma totalmente comparável à dos adultos (Horak, 2006a; Peterka, 2002; Anne Shumway-Cook et al., 2010).

O sistema vestibular é o último a atingir maturidade. Ele fornece informações sobre a orientação da cabeça no espaço e acelerações angulares e lineares. Crianças com sete anos ainda são incapazes de controlar adequadamente os estímulos vestibulares (Sá et al., 2018), e estudos indicam que apenas por volta dos 12 anos ocorre o uso eficiente das informações vestibulares, com estratégias semelhantes às de adultos (Hirabayashi & Iwasaki, 1995; Peterka, 2002). Dessa forma, pode-se afirmar que a integração multisensorial para o equilíbrio postural – ou seja, a capacidade de pensar adequadamente as informações visuais, vestibulares e somatossensoriais de acordo com a demanda da tarefa e do ambiente – ocorre de maneira gradual durante a infância e a adolescência. Embora a visão esteja madura precocemente, apenas entre os 12 e 15 anos os três sistemas encontram-se funcionalmente integrados de forma estável e semelhante ao padrão adulto (Anne Shumway-Cook et al., 2010; Steindl et al., 2006).

Outro aspecto importante referente às alterações no controle postural em crianças é o estirão de crescimento, comumente observado por volta dos sete anos de idade, mas que se intensifica na pré-adolescência. Esse período está associado a rápidas alterações morfológicas, incluindo aumento da estatura e da massa corporal, que modificam a geometria corporal e o posicionamento do centro de massa, dificultando a estabilidade e exigindo maior reorganização do sistema postural (Mallau, Vaugoyeau, & Assaiante, 2010; Sparto et al., 2006).

O aumento da estatura provoca um deslocamento superior do centro de massa, aumentando o torque gravitacional sobre as articulações e tornando as oscilações mais amplas e difíceis de controlar (Riach & Hayes, 1987). Paralelamente, o acréscimo de massa corporal — nem sempre acompanhado de ganho proporcional de força e coordenação motora — pode sobrecarregar o sistema musculoesquelético e gerar ajustes posturais menos eficientes (Assaiante, 1998).

Além disso, embora ocorra aumento da massa muscular durante esse período, o desenvolvimento neuromuscular nem sempre acompanha o ritmo do crescimento ósseo e do ganho de peso, resultando em um período de relativa instabilidade. Estudos indicam que as crianças em fase de crescimento rápido apresentam maior variabilidade nos parâmetros do CoP, refletindo uma menor eficiência no controle postural (John et al., 2019; Kovačević et al., 2024).

Essas mudanças explicam por que, durante o estirão de crescimento, é comum observar piora temporária no desempenho do equilíbrio, especialmente em tarefas que desafiam os sistemas sensoriais ou que requerem rápida integração multimodal (Paniccia et al., 2017; Sá et al., 2018).

O controle do equilíbrio representa uma tarefa complexa que envolve aspectos sensoriais, cognitivos e motores, desafiando nossas habilidades para manter a postura tanto de

forma estática quanto dinâmica. A diversidade de informações sensoriais disponíveis sugere uma redundância e similaridade nas percepções que o sistema nervoso pode processar (Proske & Gandevia, 2012). Nesse contexto, as características predominantes e individuais de cada sistema sensorial contribuem para entender as particularidades e preferências individuais, especialmente em diferentes faixas etárias (Assaiante et al., 2005; Anne Shumway-Cook et al., 2010). Além disso, é importante ressaltar a singularidade do controle do equilíbrio em crianças, cujo desenvolvimento é crucial, e como as patologias podem influenciar e agregar complexidade a esse processo singular, nesse contexto, a PC.

2.2 Variáveis do Centro de Pressão

O CoP é o ponto de aplicação da resultante das forças de reação do solo, resultado das forças verticais e horizontais (sejam forças internas como a ação muscular, ou externas, como a gravidade) que agem na superfície de apoio (Duarte & Freitas, 2010; Paillard & Noé, 2015). O CoP é amplamente utilizado para a avaliação do equilíbrio postural em diferentes populações, incluindo crianças com PC, devido à sua sensibilidade e objetividade (Lopes; De David, 2013; Moraes et al., 2016, 2020).

Entre os métodos quantitativos, destacamos a plataforma de força (Da Costa et al., 2019; Moraes et al., 2020; Moraes et al., 2016) e o sistema de mensuração de pressão portátil (Clayton et al., 2011; Flores et al., 2015; Flores et al., 2019; Janura et al., 2009).

As variáveis lineares básicas (no domínio do tempo) do CoP são:

- A amplitude do CoP na direção anteroposterior (ACoPap) representa a diferença entre o deslocamento máximo e o deslocamento mínimo no eixo sagital (Duarte & Freitas, 2010; Paillard & Noé, 2015).
- A amplitude do CoP na direção mediolateral (ACoPml) é a diferença entre o deslocamento máximo e o deslocamento mínimo no eixo transversal (Duarte & Freitas, 2010; Paillard & Noé, 2015).
- O comprimento total de deslocamento do centro de pressão (CoPComp) representa a distância total percorrida pelo CoP durante a avaliação (Duarte & Freitas, 2010; Paillard & Noé, 2015).
- A velocidade do centro de pressão (CoPVel) refere-se à velocidade média resultante do CoP (Duarte & Freitas, 2010; Paillard & Noé, 2015).

- A área 95% da elipse do CoP (CoParea95%) representa a área da elipse que contém 95% dos dados do deslocamento na direção anteroposterior e mediolateral do CoP, desconsiderando-se os 5% extremos (Duarte & Freitas, 2010; Paillard & Noé, 2015).
- Outras métricas complexas de caráter não linear podem ser extraídas a partir do CoP, como índices de entropia e medidas de densidade de sinal. No entanto, tais variáveis não serão detalhadas neste capítulo, uma vez que não foram contempladas nos estudos analisados.

2.2.3 Equilíbrio em Crianças com Paralisia Cerebral

A PC é principalmente um distúrbio neuromotor que afeta o desenvolvimento do movimento, do tônus muscular e da postura. Além disso, resulta em alterações nos sistemas visual, somatossensorial, vestibular, cerebelar e musculoesquelético (Graham et al., 2016; Patel et al., 2020; Rosenbaum et al., 2007; Novak et al., 2025). Esse distúrbio gera incapacidade de integrar adequadamente esses sistemas, o que interfere diretamente no equilíbrio postural (Eek et al., 2022; Graham et al., 2016; Patel et al., 2020; Rosenbaum et al., 2007; Novak et al., 2025). Esse distúrbio neuromotor no equilíbrio postural também pode se manifestar quando a pessoa está sentada. Muitas atividades funcionais requerem controle do tronco como base para o movimento, o que pode impactar sua autonomia (Eek et al., 2022). O equilíbrio postural na posição sentada é fundamental no desenvolvimento da função do membro superior, habilidades funcionais de autocuidado, habilidades cognitivas, perceptivas e sociais (Ju, You, & Cherng, 2010; Anne Shumway-Cook et al., 2010).

O desenvolvimento das reações posturais automáticas de endireitamento, equilíbrio e proteção pode ser atrasado ou não se desenvolver nessas crianças com PC, o que pode gerar atraso ou ausência do controle antecipatório (Patel et al., 2020). As reações posturais são a base estável para a realização dos movimentos contra a gravidade. As reações de retificação alinham o olhar, a cabeça sobre o tronco, e o tronco sobre os membros durante os movimentos, o que proporciona a capacidade de rotação dos eixos corporais para haver dissociação dos movimentos. As reações de equilíbrio causam os ajustes necessários durante o deslocamento do eixo de gravidade. Os ajustes posturais compensatórios atuam quando as reações de equilíbrio falham, para proteger o corpo das quedas (McCollum, Shupert, & Nashner, 1996; Anne Shumway-Cook et al., 2010). Na PC com a possibilidade de ocorrerem todas essas alterações pode haver, por consequência, dificuldades e modificações nos padrões de movimentos (Patel et al., 2020; Novak et al., 2025). Vários fatores contribuem para que essas alterações aconteçam, um deles é a presença de espasticidade, que é o resultado do aumento

patológico do tônus da musculatura. Além disso, há hiperreflexia e perda do controle inibitório da musculatura antagonista (Novak et al., 2020; Patel et al., 2020; Rosenbaum et al., 2007).

Alterações musculoesqueléticas – como fraqueza, encurtamento, contratura e atrofia muscular, limitação movimento pélvico (com fixações em ântroversão ou retroversão, deslocando o CM em relação à tuberosidade isquiática) – associadas à lentificação e desordens no recrutamento muscular, perda de seletividade, destreza e cocontração, frequentes em crianças com PC, comprometem o controle postural sentado em comparação as crianças típicas e resultam em atraso na iniciação do movimento (Pavão et al., 2013; Woollacott & Shumway-Cook, 2005^a; Novak et al., 2025). Para manter a postura sentada, crianças com PC podem realizar ativação estereotipada da musculatura extensora (céfalo-caudal), recrutamento muscular atípico (de proximal para distal) e gradação excessiva da ativação da musculatura antagonista (Pavão et al., 2013; Woollacott & Shumway-Cook, 2005a).

Ao se comparar o deslocamento CoP em pé entre crianças com PC e crianças com desenvolvimento típico, verificou-se que as crianças com PC possuem maior velocidade dos deslocamentos nas direções anteroposterior e mediolateral, indicando maior instabilidade postural (Corrêa et al., 2007; Donker et al., 2008; Nakaya et al., 2013; Pavão et al., 2013). Estudos demonstram que a instabilidade postural tende a ser mais acentuada na direção anteroposterior em comparação à mediolateral, tanto para crianças com desenvolvimento típico quanto para as crianças com PC que possuem uma dificuldade ainda maior devido às suas limitações no controle da estabilidade do equilíbrio (Donker et al., 2008; Nakaya et al., 2013; Woollacott & Shumway-Cook, 2005a).

A dificuldade em manter a postura na direção ântero-posterior pode ser atribuída à imaturidade do sistema vestibular e somatossensorial em crianças, sendo ainda mais acentuada no grupo com PC devido às alterações adicionais nesses sistemas sensoriais e no controle muscular, juntamente com a possível restrição de mobilidade da pelve (Donker et al., 2008; Woollacott & Shumway-Cook, 2005a).

2.3 Desempenho Funcional

De acordo com a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) da Organização Mundial da Saúde (OMS), a funcionalidade é analisado pelos componentes atividade e participação, que refletem, respectivamente, a capacidade do indivíduo em executar tarefas e seu engajamento em situações da vida cotidiana. Em crianças com PC, essas dimensões frequentemente se encontram comprometidas devido às limitações nas entradas sensoriais, alterações do tônus muscular, postura assimétrica, déficits nos ajustes

posturais e padrões de movimento inadequados (Pavão et al., 2013; Woollacott & Shumway-Cook, 2005a). Tais comprometimentos impactam negativamente o equilíbrio postural, a marcha e, conseqüentemente, o desempenho funcional — aspectos fundamentais para o desenvolvimento motor (Pavão et al., 2014).

Para atenuar essas limitações, diversas abordagens terapêuticas são empregadas na reabilitação de crianças com PC, com foco na promoção de habilidades motoras. Essas estratégias enfatizam a prática de tarefas e atividades contextualizadas, utilizando movimentos ativos, repetitivos e de alta intensidade, orientados por metas específicas, de modo a estimular a neuroplasticidade (Kleim & Jones, 2008; Novak et al., 2020). O desempenho funcional, portanto, não se restringe à execução de movimentos, mas abrange também a capacidade da criança de interagir com o ambiente, participar de atividades significativas e desenvolver autonomia. Esse construto é influenciado pela severidade da lesão neurológica, pelo nível de mobilidade e pela qualidade das experiências motoras cotidianas (Rosenbaum et al., 2007; Tegegne, 2023).

Evidências indicam que déficits funcionais afetam desde aspectos básicos da independência até a participação social, interferindo diretamente na inclusão e na qualidade de vida da criança e de sua família (Imms et al., 2017; McCullough et al., 2013). Intervenções centradas no treino funcional, pautadas em tarefas significativas e contextualizadas, demonstram maior eficácia na promoção de ganhos motores e na generalização desses avanços para situações reais do dia a dia (Novak et al., 2020).

Para avaliar o desempenho funcional de forma objetiva e padronizada, diversos instrumentos clínicos têm sido aplicados em crianças com PC. Esses testes permitem quantificar habilidades motoras, equilíbrio, mobilidade e capacidade de participação em atividades da vida diária, fornecendo informações essenciais para orientar a intervenção terapêutica e monitorar os efeitos das estratégias de reabilitação. Entre os mais utilizados destacam-se o 1MTW, o mTUG, o RPT e a PBS, os quais oferecem dados confiáveis sobre a função motora global e o potencial de independência da criança em diferentes contextos (Novak et al., 2017, 2020).

2.3.3 Mobilidade

2.3.3.1 Capacidade da marcha

O Teste de Capacidade da marcha pelo 1MWT foi validado para uso em crianças e adolescentes com PC, utilizando o GMFM-66 e GMFM-88 como “padrão-ouro” (McDowell et al., 2005). Independentemente do pequeno tamanho da coorte de pacientes estudada, a amostra foi representativa, incluindo todos os diferentes tipos de PC e diferentes níveis de locomoção

do GMFCS (McDowell et al., 2005). O mesmo grupo de trabalho também estudou e confirmou a confiabilidade da ferramenta com crianças com PC espástica bilateral (McDowell et al., 2009).

Estudos adicionais em crianças com PC mostram que a distância percorrida no 1MWT varia conforme o nível de funcionalidade: crianças GMFCS I-II percorreram em média 90 ± 15 m, enquanto crianças GMFCS III percorreram aproximadamente 50 ± 10 m (Martakis et al., 2020). Intervenções fisioterapêuticas e programas de treino funcional resultaram em aumentos médios de 10-15 m no 1MTW, indicando ganhos clínicos significativos. Em comparações, crianças com desenvolvimento típico percorrem distâncias superiores, em torno de 110-120 m, evidenciando o impacto das limitações motoras na performance da marcha (Martakis et al., 2020; McDowell et al., 2005). Esses resultados reforçam a utilidade do 1 MTW como medida sensível para monitorar adaptações funcionais e ganhos em programas de reabilitação pediátrica.

O mTUG serve para verificar a mobilidade, funcionalidade e o risco de quedas; ele é relatado na literatura como uma medida fácil, rápida e prática (Dhote, Khatri, & Ganvir, 2012; Hassani et al., 2014; Nicolini-Panisson & Donadio, 2014; Williams et al., 2007). Sendo assim, testes funcionais que visam mostrar na parte clínica os ganhos e as adaptações de crianças com PC vêm cada vez mais ganhando espaço em estudos futuros. Estudos adicionais mostram que o tempo de execução do mTUG varia conforme o nível funcional: crianças GMFCS I-II completam o teste em média 7-9 s, enquanto crianças GMFCS III necessitam de aproximadamente 15-18 s (Hassani et al., 2014). Intervenções fisioterapêuticas resultam em reduções médias de 1-2 s, indicando ganhos cinéticos relevantes na mobilidade e na capacidade funcional. Esses dados reforçam a utilidade do mTUG como medida sensível para monitorar adaptações funcionais e progresso em programas de reabilitação pediátrica.

2.3.4 Equilíbrio dinâmico

O teste de alcance funcional foi inicialmente desenvolvido para uso em populações adultas. Mede a distância (usando uma régua no nível do acrômio) que um indivíduo é capaz de alcançar a partir da posição inicial em pé e/ou sentado com uma base de apoio fixa sem perda de equilíbrio (Bartlett & Birmingham, 2003). O RPT foi relatado para fornecer medições confiáveis quando usado em crianças com desenvolvimento típico (Donahoe-Fillmore, Turner, & Worrell, 1994) e com diagnósticos neurológicos (Niznik, Turner, & Worrell, 2009).

Em crianças com desenvolvimento típico, estudos relatam que o alcance médio varia entre 25 e 35 cm, dependendo da idade e do sexo, refletindo o controle postural adequado e a

mobilidade funcional (Donahoe-Fillmore et al., 1994). Em crianças com diagnósticos neurológicos, como PC, os valores são significativamente menores, com médias em torno de 18-22 cm, evidenciando limitações na estabilidade postural e no controle motor (Niznik et al., 2009). Intervenções terapêuticas, incluindo treino de equilíbrio e fisioterapia funcional, resultam em aumentos médios de 2-5 cm no alcance funcional, demonstrando ganhos clínicos relevantes. Esses achados reforçam a utilidade do RPT como medida sensível para monitorar o alcance funcional em programas de reabilitação pediátrica.

A PBS é amplamente utilizada para avaliar a capacidade de equilíbrio funcional em crianças com PC; além disso, pode prever a melhora da capacidade funcional, da capacidade motora, do escore de equilíbrio e do desempenho motor (Yi et al., 2012). Estudos indicam que os escores na PBS variam conforme o nível de funcionalidade motora das crianças (GMFCS), por exemplo, crianças nos níveis I – II apresentam escores médios próximos de 48-52 pontos (total de 56), enquanto crianças no nível III apresentam escores em torno de 36-42 pontos, evidenciando limitações no equilíbrio e na estabilidade postural (Franjoine et al., 2022; Yi et al., 2012). Intervenções fisioterapêuticas, programas de treino de equilíbrio e atividades funcionais demonstram aumentos médios de 4-6 pontos, indicando melhorias clinicamente relevantes na capacidade de equilíbrio e desempenho motor (Franjoine et al., 2022; Yi et al., 2012).

2.4 Equoterapia e Paralisia Cerebral

2.4.3 Equilíbrio Postural e Equoterapia

O equilíbrio postural é um dos principais alvos de intervenção em crianças com PC, pois déficits nos sistemas motor e musculoesquelético comprometem a estabilidade tanto em condições estáticas quanto dinâmicas. Essas limitações repercutem negativamente na marcha, na funcionalidade e na independência, justificando o desenvolvimento de estratégias terapêuticas que favoreçam o equilíbrio postural (Dan et al., 2026).

A Equoterapia destaca-se nesse contexto por proporcionar estímulos multissensoriais e motores decorrentes do movimento tridimensional do cavalo, exigindo ajustes constantes de tronco, cabeça e membros. Essa prática promove respostas adaptativas do sistema muscular, favorecendo o treinamento dinâmico do equilíbrio e a integração de diferentes sistemas sensoriais (Stergiou et al., 2025a; Stergiou et al., 2017).

Estudos clínicos têm demonstrado que a Equoterapia pode melhorar o equilíbrio postural em crianças com PC, tanto na posição sentada quanto em tarefas dinâmicas. Resultados positivos foram observados em parâmetros derivados do CoP (Kang et al., 2012; Moraes et al., 2020; Moraes et al., 2016; Starling et al., 2021), na estabilidade do centro de gravidade (Maćków et al., 2014), na distribuição da pressão plantar (Fernández-Gutiérrez et al., 2015). Outros estudos também apontam ganhos em curto prazo tanto com cavalo quanto com simuladores de equitação (Lee, Kim e Na, 2014; Viruega et al., 2019).

O Quadro 1 apresenta os dados dos artigos encontrados na literatura que analisaram a Equoterapia com desfecho no equilíbrio postural em crianças com PC.

Quadro 1 – Estudos que analisaram o equilíbrio postural com intervenção em Equoterapia em crianças com PC.

Autores/ Ano	Objetivo	Participantes	Intervenção	Instrumentos/ testes	Desfecho
(KANG; JUNG; YU, 2012)	Verificar o efeito da equoterapia no equilíbrio sentado de crianças com PC grave, comparando equoterapia, fisioterapia e um controle.	45 crianças com PC foram divididas aleatoriamente em grupo de equoterapia + fisioterapia (HTG, n = 15), grupo de fisioterapia (PTG, n = 15) e Grupo de controle (CON, n = 15).	Dois fisioterapeutas especialistas forneceram ao HTG e ao PTG, fisioterapia tradicional compreendendo exercícios de fortalecimento e alongamento em sessões de 30 minutos, semestralmente, durante 8 semanas. A equoterapia foi fornecida semestralmente apenas ao HTG durante 8 semanas, com 30 minutos por sessão. O grupo CON não recebeu tratamento.	Plataforma de força	No grupo hipoterapia (HTG), a trajetória e velocidade do CoP diminuíram de forma significativa após a intervenção, em comparação ao PTG e ao grupo controle. No PTG (fisioterapia isolada), também foram observadas reduções significativas em várias métricas de trajetória e velocidade de CoP, em relação ao grupo controle. O grupo controle não apresentou mudanças significativas dos parâmetros de equilíbrio sentado. A combinação de hipoterapia com fisioterapia convencional resultou em melhorias maiores no equilíbrio sentado em crianças com PC severa, superando os efeitos da fisioterapia isolada
(MAČKÓW et al., 2014)	Apresentar a influência da equoterapia neurofisiológica na transferência do centro de gravidade (COG).	19 crianças (4-13 anos) GMFCS I e III	1 sessão de 30 minutos em círculo (15 minutos para um lado e 15 minutos para o lado oposto).	Eles usaram a <i>Cosmogamma Balance Platform</i> como instrumento para “body balance”	Uma única sessão de hipoterapia neurofisiológica foi suficiente para induzir mudanças estatisticamente significativas na posição do COG no plano frontal e na velocidade média de oscilação do COG no plano sagital em crianças com PC que apresentam padrão assimétrico de compensação (A/P) no alinhamento do corpo.

(LEE; KIM; NA, 2014)	Comparar a equoterapia com o uso de um simulador de equitação (JOBAPanasonic Inc., Japão) quanto aos seus efeitos no equilíbrio estático e dinâmico de crianças com PC.	26 crianças (8 a 12 anos) GC: 13 GI: 13	Os dois grupos participaram de 1 hora de exercício por dia, 3x/semana, durante 12 semanas. 20 minutos de fisioterapia convencional antes da equoterapia e realizaram alongamento no cavalo ou simulador de equitação por 5 minutos antes e após o exercício.	- <i>Balance Performance Measurement</i> (BPM) (software 5.3, SMS Healthcare Inc., Reino Unido) PBS	Para o equilíbrio estático, o grupo equoterapia e o grupo simulador de equitação apresentaram reduções significativas no comprimento de oscilação de 85 mm e 80 mm, respectivamente ($p < 0,05$). Ambos os grupos apresentaram melhora do equilíbrio estático, mas nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os dois grupos. Para o equilíbrio dinâmico, o grupo de equoterapia apresentou um aumento na pontuação do PBS de cerca de 4 pontos, enquanto o grupo simulador de equitação apresentou um aumento de 3 pontos. Ambos os grupos apresentaram melhoras significativas no equilíbrio dinâmico, mas nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os dois grupos ($p < 0,05$).
(FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ et al., 2015)	Avaliar a estabilidade postural.	1 criança (8 anos) GMFCS I e II	14 sessões de equoterapia (1x/semana por 45 minutos).	- Plataforma de pressão (Podoprint de Namrol).	Melhora da distribuição de pressão plantar e melhora da estabilidade postural com menor oscilação do CoP principalmente na direção AP com olhos abertos e fechados.
(MORAES et al., 2016)	Avaliar o equilíbrio postural sentado, equilíbrio dinâmico e desempenho funcional e comparar os efeitos de 12 e 24 sessões no	15 crianças (5-10 anos) GMFCS I a IV	24 sessões de equoterapia (1x/semana por 30 minutos)	Plataforma de força EEB PEDI	Melhora do equilíbrio postural na posição sentada (diminuição no deslocamento de CoPml e CoPap e da velocidade do CoP), equilíbrio dinâmico (EEB) e funcionalidade (PEDI) principalmente após 24 sessões.

	equilíbrio postural sentado.				
(MORAES et al., 2020)	Verificar os efeitos de 12, 24, 36 sessões de equoterapia, e após um período de interrupção de 45 dias.	13 crianças (5 a 10 anos) GMFCS I a IV	36 sessões de equoterapia (2x/semana por 30 minutos)	- Plataforma de força	Melhora do equilíbrio postural sentado principalmente após 36 sessões com diminuição na oscilação do CoPml e CoPape da velocidade do CoP.
(VIRUEGA et al., 2019)	Avaliação preliminar da eficácia de um protocolo experimental de um simulador de equoterapia e equoterapia na evolução do equilíbrio postural dinâmico de curto prazo.	5 crianças (5-25 anos) Quadriparesia GMFCS II a IV	Único grupo com medidas repetidas. 5 sessões. (10 minutos: simulador) (20 minutos: equoterapia)	- Sela instrumentalizada	Melhor controle postural no final de cada sessão e da sessão 1 à sessão 5 (diminuição da oscilação do CoP).

STARLING (2021)	Avaliar os efeitos da equoterapia no controle postural, equilíbrio, função motora grossa e qualidade de vida de crianças e jovens com PC.	31 crianças e jovens com PC, diferentes idades, topografias e gravidades.	Equoterapia durante 6 meses, com acompanhamento longitudinal e três medidas repetidas.	Plataforma de força	Melhorias significativas no controle postural, equilíbrio, função motora grossa e qualidade de vida.
--------------------	---	---	--	---------------------	--

Legenda: GE: Grupo Experimental; GC: Grupo Controle; HTG: Grupo equoterapia; PTG; Grupo de fisioterapia; COG: Centro de gravidade; CON: Grupo controle; GC: Grupo controle: GI: Grupo Intevenção; GMFCS: *Gross Motor Function Classifications System* – Sistema de classificação MotoraGrossa; BPM: *Balance Performance Measurement*; GMFM: *Gross Motor Function Measure* – Medida da Função Motora Grossa; PBS: *Pediatric Balance Scale* – Escala de Equilíbrio Pediátrica; PEDI: *Pediatric Evaluation of Disability Inventory* – Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade; EEB: *Berg Balance Scale* – Escala de Equilíbrio de Berg.

Conforme apresentado no Quadro 1, os estudos incluíram crianças e jovens com PC entre 4 e 25 anos, abrangendo os níveis I a IV do GMFCS, com topografia unilateral e/ou bilateral. Todos os estudos relataram melhora do equilíbrio postural sentado após a intervenção com Equoterapia, evidenciada pela redução nas amplitudes AP e MI, bem como na velocidade e no comprimento do CoP (Kang et al., 2012; Moraes et al., 2020; Moraes et al., 2016; Starling et al., 2021). Esses resultados reforçam o potencial da Equoterapia em promover ajustes posturais mais eficientes, provavelmente devido ao estímulo tridimensional do cavalo, que exige respostas contínuas de alinhamento e controle de tronco.

As avaliações utilizaram plataforma de força (Kang et al., 2012; Moraes et al., 2020; Moraes et al., 2016; Starling et al., 2021), plataforma de equilíbrio (Cosmogamma Balance Platform e Balance Performance Measurement (BPM) (Lee et al., 2014a; Maćków et al., 2014), de pressão e sela instrumentalizada (Viruega et al., 2019), apontando de forma consistente efeitos positivos, o que sugere que os benefícios da Equoterapia não dependem de um método específico, mas refletem uma melhora global do equilíbrio postural. Embora apenas Lee, Kim e Na, 2014, tenham avaliado o equilíbrio em pé, eles compararam hipoterapia vs simulador, sendo assim, até o momento ainda existem lacunas quanto a isso. Sendo assim, o nosso estudo terá avaliações tanto do equilíbrio postural sentado como em pé.

Quanto ao tempo de intervenção, observa-se heterogeneidade; ganhos foram relatados após 1 a 5 sessões (Maćków et al., 2014; Viruega et al., 2019) e, de forma mais robusta, após 24 a 36 sessões (Moraes et al., 2020; Moraes et al., 2016; Starling et al., 2021). Isso indica que a Equoterapia pode gerar efeitos em curto prazo, mas a consolidação e manutenção dos ganhos parecem depender de protocolos mais longos e contínuos. A pausa observada entre a 24ª e a 36ª sessão em Moraes et al., (2020) ilustra como a descontinuidade pode influenciar os resultados.

A presente investigação contribuiu para o avanço do conhecimento ao propor um protocolo contínuo de 40 sessões, com avaliações do equilíbrio sentado e em pé, incluindo a manipulação sensorial. O diferencial do estudo é analisar o padrão temporal de adaptações motoras, buscando compreender se os ganhos se desenvolvem de forma linear, se ocorrem mais rapidamente nas fases iniciais, se se mantêm até o final das 40 sessões ou se eventualmente se estabilizam em um platô. Assim, o estudo não se limita a avaliar a eficácia da Equoterapia, mas fornece informações valiosas para o planejamento de protocolos terapêuticos voltados ao equilíbrio postural com PC.

2.4.4 Desempenho Funcional e Equoterapia

O desempenho funcional é um dos principais alvos de intervenção para crianças com PC, uma vez que déficits motores, espasticidade e limitação postural comprometem a mobilidade, a independência e a participação em atividades de vida diária. Essas restrições justificam a implementação de estratégias terapêuticas que promovam ganhos na força, equilíbrio, mobilidade funcional e controle motor.

A Equoterapia destaca-se nesse contexto por combinar estímulos motores, sensórios e funcionais decorrentes do movimento tridimensional do cavalo, exigindo ajustes contínuos do tronco, cabeça e membros. Essa prática favorece respostas adaptativas do sistema musculoesquelético e neuromotor, resultando em melhorias no desempenho funcional global.

Estudos clínicos têm demonstrado que a Equoterapia é eficaz na melhora do desempenho funcional em crianças com PC, especialmente em desfechos como o PBS (Kwon et al., 2011a, 2015; Reubens & Silkwood-Sherer, 2016; Seung Mi et al., 2019; Silkwood-Sherer et al., 2012; Silkwood-Sherer & McGibbon, 2022) e no 1MTW (Reubens & Silkwood-Sherer, 2016; Silkwood-Sherer & McGibbon, 2022). Além disso, alguns estudos apontam redução da espasticidade medida pela MAS (Kwon et al., 2015; Reubens & Silkwood-Sherer, 2016; Seung Mi et al., 2019; Silkwood-Sherer et al., 2012; Silkwood-Sherer & McGibbon, 2022), reforçando os efeitos neuromotores positivos da intervenção.

O Quadro 2 apresenta os dados dos artigos encontrados na literatura que analisaram a Equoterapia com desfecho no desempenho funcional em crianças com PC.

Quadro 2 - Estudos que analisaram o desempenho funcional com intervenção em Equoterapia em crianças com PC.

Autores/ Ano	Objetivo	Participantes	Intervenção	Instrumentos/ testes	Desfecho
(CHERNG et al., 2004)	Investigar a eficácia de um programa de equitação terapêutica (THR) de 16 semanas sobre as medidas de GMFM eo tônus muscular dos adutores do quadril	14 crianças com PC espástica (idade:3 anos, um mês a 11 anos, 5 meses)	programa de equitação terapêutica (THR) de 16 semanas	GMFM MAS	Algumas crianças apresentaram melhoras significativas no escore total da GMFM e na dimensão E (andar, correr, saltar) após THR. Os efeitos foram mantidos por pelo menos 16 semanas após a intervenção. Não foram observados efeitos significativos de THR sobre o tônus muscular dos adutores de quadril. Os autores concluem que o THR pode beneficiar algumas crianças com PC espástica, especialmente em aspectos de função motora global.
(KWON et al., 2011)	Avaliar os efeitos da equoterapia nos parâmetros temporoespaciais e na cinemática pélvica e do quadril da marcha em crianças com	32 crianças com PC, com idade entre 4-10 anos, apresentando função variável com GMFCS níveis I-IV	Equoterapia (30 minutos duas vezes por semana durante 8 semanas consecutivas).	- PBS - GMFM-88 e 66 (dimensões D (em pé) e E (andar, correr, pular). - Análise tridimensional de movimento para avaliar a cinemática pélvica e do quadril.	A equoterapia melhorou significativamente a velocidade de caminhada, o comprimento da passada e a cinemática pélvica (inclinação anterior pélvica média, inclinação anterior pélvica no contato inicial, inclinação anterior pélvica na posição terminal). As pontuações para a dimensão E do GMFM, GMFM-66 e PBS também aumentaram.

	PC espástica bilateral.				
(SILKWOOD-SHERER et al., 2012)	Avaliar a eficácia na instabilidade postural em crianças com problemas de equilíbrio leve e moderado (TEA, SDe PC) e determinar se há correlação entre equilíbrio e função	16 crianças e adolescentes (5-16 anos)	6 sessões de equoterapia (2x/semana por 45 minutos)	PBS ASKp	Houve melhora estatisticamente significativa nos escores de PBS e ASKp após a intervenção de hipoterapia. A correlação positiva entre os escores pós-intervenção de equilíbrio e função indica que melhorias no equilíbrio podem estar associadas a melhor desempenho funcional. Os tamanhos de efeito foram considerados grandes, sugerindo que as mudanças foram clinicamente relevantes além da significância estatística.
(LEE; KIM; NA, 2014)	Comparar a equoterapia com o uso de um simulador de equitação (JOBAS, Panasonic Inc., Japão) quanto aos seus efeitos no equilíbrio estático e dinâmico de crianças com PC.	26 crianças (8 a 12 anos) GC: 13 GI: 13	Os dois grupos participaram de 1 hora de exercício por dia, 3x/semana, durante 12 semanas. 20 minutos de fisioterapia convencional antes da equoterapia e realizaram alongamento no cavalo ou simulador de equitação por 5 minutos antes e após o exercício.	<i>Balance Performance Measurement</i> (BPM) (software 5.3, SMS Healthcare Inc., Reino Unido) PBS	Para o equilíbrio estático, o grupo equoterapia e o grupo simulador de equitação apresentaram reduções significativas no comprimento de oscilação de 85 mm e 80 mm, respectivamente ($p < 0,05$). Ambos os grupos apresentaram melhora do equilíbrio estático, mas nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os dois grupos. Para o equilíbrio dinâmico o grupo de equoterapia apresentou um aumento na pontuação do PBS de cerca de 4 pontos, enquanto o grupo simulador de equitação apresentou um aumento de 3 pontos. Ambos os grupos apresentaram melhoras significativas no equilíbrio dinâmico, mas

					nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os dois grupos ($p < 0,05$).
(KWON et al., 2015)	Examinar se a equoterapia tem um efeito clinicamente significativo na função motora grossa em crianças com PC	92 crianças com PC, de 4 a 10 anos, apresentando função variável GMFCS níveis I-IV).	Equoterapia (30 minutos duas vezes por semana durante 8 semanas consecutivas)	- GMFM-88, - GMFM-66 - PBS	As medidas pré- e pós-tratamento foram concluídas por 91 crianças (45 no grupo de intervenção e 46 no grupo controle). As diferenças na melhoria em todas as três medidas diferiram significativamente entre os grupos após o período de estudo de 8 semanas. As dimensões do GMFM-88 melhoraram significativamente após a equoterapia e variaram de acordo com o nível do GMFCS: dimensão E no nível I, dimensões D e E no nível II, dimensões C e D no nível III e dimensões B e C no nível IV.
(ANTUNES et al., 2016)	Explorar os efeitos imediatos de um protocolo de equoterapia usando um ritmo walk-trot nos parâmetros espaço-temporais da marcha e notômus muscular em crianças com PC Espástica Bilateral (PC-BS).	10 crianças com PC / 10 crianças pareadas por idade	As crianças com PC-BS foram submetidas a duas sessões de equoterapia por uma semana de washout entre elas. Dois protocolos (com duração de 30 min) foram aplicados em dias separados: Protocolo 1: a andadura do cavalo era uma andadura; e Protocolo 2: o passo do cavalo era passo-trote	MAS	A espasticidade dos adutores do quadril foi significativamente reduzida como resultado imediato de ambos os protocolos, mas essa diminuição foi mais evidente após o walk-trot.

(ALEMDAR OĞLU et al., 2016)	Avaliar os efeitos a curto prazo da equoterapia em conjunto com um programa de reabilitação convencional em crianças com PC.	16 crianças com PC	Nove crianças que receberam terapia de equitação além da reabilitação convencional (Grupo 1) e sete crianças que receberam apenas reabilitação convencional (Grupo 2) foram avaliadas no início e 5 semanas depois.	MAS	Nessas crianças, a equoterapia associada à reabilitação convencional resultou em melhora significativa da espasticidade adutora no seguimento de curto prazo.
(RUBENS AND SILKWOOD-SHERER, 2016)	relato de caso foi descrever as mudanças nas funções e estruturas do corpo, atividades e participação após um programa quinzenal de 10 semanas de fisioterapia domiciliar e equoterapia usando um cintocompressor ponderado.	Um menino de 13 anos com PC diaplégica espástica, nível II	O tratamento no ambiente domiciliar focou na melhora das atividades funcionais, mobilidade, força, equilíbrio e caminhada nas situações da vida diária. A intervenção da equoterapia concentrou-se no alongamento para melhorar o PROM (amplitude passiva de movimento), respostas posturais terapêuticas e atividades de fortalecimento do equilíbrio central para transferência em diferentes ambientes.	MAS PBS 1MWT -PEDI-CAT PROM	Os dados em 5 e 10 semanas demonstraram mudanças positivas na amplitude passiva de movimento, equilíbrio, força, atividades funcionais e motivação, com melhorias adicionais na resistência e velocidade após 10 semanas
(LUCENA-ANTÓN	Foi avaliar o efeito de um protocolo	44 crianças com paralisia	O grupo controle recebeu terapia convencional e o grupo	- MAS	Houve diferenças significativas nos escores da MAS entre o grupo de tratamento e controle em ambos os músculos

ROSETY-RODRÍGUEZ, MORAL-MUNOZ, 2019)	de intervenção equoterapia de 12 semanas na espasticidade dos adutores do quadril em crianças com PC espástica.	cerebral espástica / níveis IV-V/ 8 anos 10 meses 22 grupo controle	tratamento recebeu equoterapia além do tratamento convencional. A intervenção consistiu em um programa de equoterapia de 12 semanas (1 vez/semana, 45 min).		adutores do quadril (adutores esquerdos: $p = 0,040$; adutores direitos: $p = 0,047$), após 12 semanas de intervenção com equoterapia.
(SEUNG MI et al., 2019)	Identificar fatores individuais que influenciam resultado motor após a equoterapia.	146 crianças (3-10 anos) GMFCS I a IV	16 sessões de equoterapia (2x/semana por 30 minutos)	GMFM 66 GMFM 88 PBS	GMFCS: Níveis I e II apresentaram uma chance significativamente maior de resposta positiva à Equoterapia em comparação com o nível IV e o nível III em comparação com o nível IV. GMFM E: Pontuações mais altas na dimensão E do GMFM na linha de base foram associadas a uma melhor resposta à Equoterapia. GMFM B: Pontuações mais baixas na dimensão B do GMFM na linha de base também foram associadas a uma melhor resposta. No entanto, os resultados indicaram que a pontuação na PBS não teve influência significativa nos resultados motores da Equoterapia.

(SILKWOOD-SHERER; MCGIBBON, 2022)	Determinar se a adição de 12 sessões semanais de terapia, incorporando a equoterapia como intervenção primária ao programa de terapia habitual de cada criança, melhorará o	13 crianças (3-6 anos) com PC. GT: 13 GC: 5	Um grupo de tratamento recebeu 12 semanas de intervenção semanal de equoterapia, além da terapia usual. Um grupo de controle continuou apenas com a terapia usual. As avaliações foram concluídas para o grupo de tratamento pré-intervenção (P0), pós-intervenção (P1) e 12 semanas após nenhuma intervenção (P2). As	PBS 1MWT ASK PedsQL-CP	PBS: O grupo de tratamento demonstrou melhorias significativas no equilíbrio, com diferenças estatisticamente significativas entre P0-P1 e P0-P2 ($p = 0,02$). ASK: Melhorias significativas na participação em atividades, com diferenças significativas entre P0-P1 e P0-P2 ($p = 0,02$). 1MWT: Melhorias no desempenho funcional, com diferença significativa entre P1-P2 ($p = 0,02$). PedsQL-CP: Melhorias na qualidade de vida, com diferença significativa entre P0-P2 ($p = 0,03$).
-----------------------------------	---	---	--	---------------------------------	--

	equilíbrio, a participação e a qualidade de vida.		avaliações do grupo controle ocorreram no mesmo período: linha de base, 12 semanas e 24 semanas.		
--	---	--	--	--	--

Legenda: ASKp: *Activities Scale for Kids–Performance* – Escala de Atividades para Crianças–desempenho; *Balance Performance Measurement* (BPM); GE: Grupo Experimental; GC: Grupo Controle; GMFCS: *Gross Motor Function Classifications System* – Sistema de classificação Motora Grossa; GMFM: *Gross Motor Function Measure* – Medida da Função Motora Grossa; MAS: Escala de Ashworth Modificada; PBS: *Pediatric Balance Scale* – Escala de Equilíbrio Pediátrica; PEDI: *Pediatric Evaluation of Disability Inventory* – Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade; EEB: *Berg Balance Scale* – Escala de Equilíbrio de Berg; TEA: Transtorno do Espectro Autista; SD: Síndrome de Down; SAS: *Sitting Assessment Scale* – Escala de Avaliação Sentado; THR: Programa de equitação terapêutica; ; PROM: Amplitude de movimento passiva; PedsQL-CP): *Pediatric Quality of Life Inventory - CP Module*.

Conforme apresentado no quadro 2, a literatura aponta que a faixa etária das crianças com PC foi de 3 anos a 16 anos, com GMFCS I a V com topografia unilateral e/ou bilateral. A Equoterapia demonstrou-se eficaz na melhora do desempenho funcional, refletida pelo aumento das pontuações no PBS, conforme relatado por Kwon et al., 2011, 2015; Reubens; Silkwood-Sherer, 2016; Silkwood-Sherer et al., 2012; Silkwood-Sherer; McGibbon, 2022 . A capacidade de marcha, avaliada pelo 1MTW, também apresentou aumento da distância percorrida pelo teste em 1 min, em dois estudos: Reubens; Silkwood-Sherer, 2016; Silkwood-Sherer; McGibbon, 2022. A espasticidade, medida pela MAS, mostrou modulação do tonus muscular em diversos estudos (Alemdaroğlu et al., 2016; Antunes et al., 2016; Lucena-Antón; Rosety-Rodríguez; Moral-Munoz, 2018; Reubens; Silkwood-Sherer, 2016), evidenciando efeitos positivos da Equoterapia sobre o controle motor e sistema musculoesquelético.

Os protocolos utilizados para avaliar o desempenho funcional, nos estudos variaram amplamente em duração e número de sessões, indo de 2 sessões (Antunes et al., 2016) até 24 sessões (Silkwood-Sherer & McGibbon, 2022), com outras variações: 5 sessões (Alemdaroğlu et al., 2016), 6 sessões (Silkwood-Sherer et al., 2012), 8 sessões (Kwon et al., 2011a, 2015), 10 sessões (Reubens & Silkwood-Sherer, 2016), 12 sessões (Lee et al., 2014a; Lucena-Antón et al., 2018; Silkwood-Sherer & McGibbon, 2022) e 16 sessões (Cherng et al., 2004; Seung Mi et al., 2019). Nenhum estudo até o momento avaliou protocolos mais longos investigando o desempenho funcional.

Embora os achados disponíveis apontem efeitos positivos da Equoterapia sobre o desempenho funcional, os estudos até o momento utilizaram protocolos de curta duração, sem análises de segmentos em médio ou longo prazo. Nesse sentido, o presente estudo busca preencher essa lacuna metodológica, ampliando o tempo de exposição à Equoterapia e fornecendo evidências inéditas sobre a evolução dos ganhos funcionais em crianças com PC.

Um diferencial importante do estudo é avaliar o padrão temporal de evolução dos ganhos, investigando se eles se consolidam ao longo do protocolo de 40 sessões ou se alcançam um platô. Dessa forma, além de verificar a eficácia da intervenção, o estudo oferece informações relevantes para o planejamento de protocolos terapêuticos mais eficientes e para compreender a relação dose-resposta da Equoterapia em crianças com PC.

Os ganhos observados em PBS, 1MTW e MAS demonstram os efeitos positivos da Equoterapia sobre o equilíbrio funcional, capacidade da marcha e espasticidade. Entretanto, testes funcionais adicionais, como RPT e mTUG, ainda não foram explorados em estudos existentes, indicando lacunas na literatura que serão abordadas nesse estudo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.2 Caracterização do estudo

O presente estudo caracteriza-se como coorte com delineamento longitudinal (Thomas, Nelson, Silverman 2012).

3.3 Seleção dos participantes

A população-alvo do estudo foi crianças com idades entre 4 e 14 anos, de ambos os sexos, com diagnóstico médico de PC, classificadas com GMFSC I a IV, sendo deambulantes sem e/ou com auxílio de andador. Os sujeitos com PC foram pré-selecionados por meio da lista de espera dos praticantes da Associação Nacional de Equoterapia – ANDE BRASIL. Aqueles que se encaixaram nos critérios de inclusão foram recrutados por meio dos seus responsáveis e convidados a participar da pesquisa. A avaliação inicial foi agendada com os possíveis participantes e todos os responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE 1) e os sujeitos assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (APÊNDICE 2). Conforme rotina nos Centros de Equoterapia, todas as crianças precisavam ter o parecer médico, avaliação fisioterapêutica e psicológica com indicação favorável à prática da Equoterapia.

3.4 Comitê de Ética e Pesquisa e Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília (UnB) sob parecer de número 6.003.457 e CAAE: 19732819.3.0000.0030 e foi aprovado pelo Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC) número do registro RBR-534ppvp. Para participação voluntária na pesquisa, seus responsáveis e as crianças foram informados sobre todo o procedimento e assinaram o TCLE e o TALE, conforme a resolução 510/16 do Conselho Nacional de Saúde, sendo garantida a liberdade de se retirar do estudo a qualquer momento. A coleta de dados e as sessões de Equoterapia foram realizadas após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. Todas as informações e dados coletados foram preservados de forma sigilosa e utilizados apenas para fins de estudo. Não houve ônus ou bônus para o participante em qualquer momento da pesquisa. As instituições participantes do projeto assinaram um termo de anuência para a realização da pesquisa (APÊNDICES 3 e 4).

3.5 Critérios de inclusão e exclusão

3.5.3 Critérios de inclusão

Ter diagnóstico médico de PC com indicação à prática de Equoterapia por meio de avaliação apropriada; Possuir de 4 a 14 anos; possuir níveis de I a IV da classificação do GMFCS; Possuir cognitivo capaz de responder satisfatoriamente aos comandos solicitados para que tenham condições de participar da coleta de dados; Permanecer na posição ortostática bipodal sem uso de calçados ou órteses por 20 segundos; Possuir marcha independente sem e com utilização de dispositivos devido ao procedimento da coleta de dados; Ter abdução de quadril de pelo menos 20 graus para se manter sentado no cavalo; As crianças poderiam realizar fisioterapia convencional além da Equoterapia.

3.5.4 Critérios de exclusão

Foram excluídas as crianças que se submeteram a algum procedimento cirúrgico nos últimos 12 meses ou que estavam programadas para realizar cirurgia durante o período da pesquisa; que haviam realizado bloqueio químico neuromuscular há menos de 6 meses ou estavam programadas para realizá-lo durante o período da pesquisa; que possuíam déficit visual e/ou auditivo não corrigido; que apresentavam crises convulsivas sem controle, luxação de quadril, contratura excessiva de adutores e osteoporose grave ou qualquer outra condição que impedisse a montaria a cavalo, como, por exemplo, medo excessivo; ou que não apresentaram no mínimo 75% de frequência nas sessões de Equoterapia.

3.6 Procedimentos da coleta de dados

Previamente ao recrutamento dos participantes, eles passaram por avaliação médica (ANEXO 1), fisioterápica (ANEXO 2) e psicológica (ANEXO 3). A fisioterapeuta classificou os participantes pela topografia e pelo nível de funcionalidade pela escala GMFCS.

3.6.3 Variáveis antropométricas

Foram mensuradas a estatura e a massa corporal dos participantes. Para a mensuração da massa corporal, foi utilizada uma balança mecânica; os participantes ficaram posicionados descalços em cima da balança, com os membros superiores relaxados ao longo do corpo e seus pés mantidos afastados. Para medição da estatura utilizamos uma fita métrica fixada na parede. Os participantes descalços foram posicionados com as costas apoiadas na parede no local onde a fita métrica estava afixada. Então foi solicitado que as crianças mantivessem a posição ortostática, com os pés paralelos e membros superiores ao longo do corpo.

Estudo 1

3.6.4 Avaliação do equilíbrio estático - CoP

Para medir os parâmetros do equilíbrio estático, foi utilizada a plataforma de força AccuSway Plus (AccuSway Plus, AMTI, Watertown, Estados Unidos) com frequência de aquisição de 100 Hz. O CoP foi medido na posição sentada em duas avaliações experimentais: olhos fechados/superfície estável (OF/SE) e olhos fechados/superfície instável (OF/SI) (Da Costa et al., 2019; Moraes et al., 2020). E em pé em quatro avaliações experimentais: olhos abertos/superfície estável (OA/SE), olhos fechados/superfície estável (OF/SE), olhos abertos/superfície instável (AO/SI) e olhos fechados/superfície instável (OF/SI) (Da Costa et al., 2019; Moraes et al., 2020). Para a mudança de superfície foi utilizada uma espuma (AIREX® Balance-pad Elite), e para manipulação do sistema visual foi usada uma venda. Foram avaliadas três tentativas em cada posição com duração de 20 segundos cada, e foi considerada sua média para a análise estatística.

As avaliações experimentais foram randomizadas e aconteceram ao longo do tratamento com a Equoterapia, nos seguintes momentos:

- **A1: baseline;**
- **A2: após a 8ª sessão;**
- **A3: após a 16ª sessão;**
- **A4: após a 24ª sessão;**
- **A5: após a 32ª sessão;**
- **A6: após a 40ª sessão.**

Antes de coletar os dados da plataforma de força, os sujeitos foram familiarizados com o ambiente e o teste. A plataforma foi posicionada sobre uma mesa a um metro de uma parede, na qual havia uma figura ao nível dos olhos de cada participante, de modo que sua visão ficasse focada naquele ponto. As avaliações foram realizadas com o sujeito sentado sem encosto nas costas, na plataforma com os membros superiores relaxados nas coxas, cabeça e tronco alinhados sem contato dos pés com o solo, e em pé em cima da plataforma descalços, com uma base de suporte de 2 cm de distância entre os maléolos e com os membros superiores ao longo no corpo (Raymakers, Samson, & Verhaar, 2005; Scoppa et al., 2013).

As tentativas foram coletadas usando o software AMTI Balance Clinic, e foi usado um filtro passa-baixa de *Butterworth*, com frequência de corte de 10 Hz para filtrar o sinal. As variáveis selecionadas para analisar o equilíbrio postural estático foram: amplitude mediolateral

do CoP (cm), amplitude anteroposterior do CoP (cm), velocidade do CoP (cm/s) e área elíptica de 95% do CoP (cm²) (Raymakers et al., 2005; Scoppa et al., 2013). O software Balance Clinic calcula todas as variáveis do CoP usando cálculos pré-programados (Manual Balance Clinic, 2006).

3.6.5 Avaliação do desempenho funcional

3.6.5.1 Capacidade de caminhar

Para a funcionalidade da marcha em crianças com PC, alguns estudos trazem o 1MWT como uma ferramenta válida, viável e confiável. (Hassani et al., 2014; McDowell et al., 2009, 2005). O teste de caminhada de 1 minuto foi realizado com as crianças usando roupas confortáveis. Em relação aos sapatos, foi pedido que todos usassem tênis e que os mesmos fossem utilizados para todos os momentos de coletas. As crianças que fazem uso de órteses e/ou auxiliares de marcha foram autorizadas a usar conforme apropriado. Foi permitido um descanso de 5 min antes e a cada três tentativas do teste. O teste de caminhada de 1 minuto corresponde a andar o mais rápido possível em uma distância já delimitada previamente pelos pesquisadores de 40 m em linha reta em ambos os sentidos, caso fosse necessário durante um período de um minuto. Correr não era permitido. O 1MTW foi realizado em 3 tentativas em cada coleta. As avaliações do 1MWT aconteceram nos seguintes momentos: A1: baseline; A2: após a 8^a sessão; A3: após a 16^a sessão; A4: após a 24^a sessão; A5: após a 32^a sessão; e na A6: após a 40^a sessão de Equoterapia.

3.6.5.2 Teste de Mobilidade modificado (mTUG)

O teste contempla a criança levantar de uma cadeira, caminhar 3 m em uma velocidade confortável, tocar a figura, virar, caminhar de volta para a cadeira e sentar-se. O tempo (em segundos) foi registrado; as crianças poderiam estar usando auxiliares de caminhada, órteses e sapatos habituais (Williams et al., 2007). O seguinte comando foi dado: 'Este teste é para ver como você pode se levantar, andar e tocar a carinha feliz, depois voltar para se sentar. O cronômetro é para cronometrar você. Vou pedir para você fazer o teste duas vezes. Depois que eu disser "vá", ande e toque a carinha feliz, depois volte e sente-se. Lembre-se de esperar até que eu diga "vá". Isto não será uma corrida; você deve andar apenas, e eu vou cronometrar você. Quando estiver pronto... vá! Não se esqueça de tocar na carinha feliz, volte e sente-se'.

O mTUG foi realizado 2 tentativas de cada coleta conforme orientado por Williams et al., (2007). As avaliações do mTUG aconteceram nos seguintes momentos: A1: baseline; A2:

após a 8ª sessão; A3: após a 16ª sessão; A4: após a 24ª sessão; A5: após a 32ª sessão; e na A6: após a 40ª sessão de Equoterapia.

Estudo 2

3.6.6 Avaliação do equilíbrio dinâmico

A pressão exercida sobre a manta foi registrada por meio de um sistema de mapeamento de pressão (CONFORMat®, modelo 5330, Tekscan, Boston, USA), posicionado sobre a manta e abaixo do participante, de modo que as crianças permaneceram sentadas diretamente sobre o sistema durante a coleta. que tem se mostrado uma medida válida para demonstrar variações no CoP sobre o cavalo (Clayton et al., 2011; Flores et al., 2015; Flores et al., 2019; Janura et al., 2009). A fixação do tapete abrangeu todas as regiões de contato da pelve do cavaleiro com a manta.

O sistema é composto por um tapete com 1024 sensores, dispostos em 32 colunas e 32 linhas, distanciados entre si por 1,4732 cm e com área sensível de 2,17 cm², capacidade individual máxima de mensuração de 0,0345 N/mm² (5 psi). O procedimento de calibração do sistema segue, com procedimento de calibração conforme instruções de fábrica, que consiste em o sujeito ficar sentado sobre o tapete em superfície rígida e sem apoio sob os pés por um período de 90 segundos após informar ao sistema sua massa corporal. O sistema permite avaliar a relação entre o corpo e a superfície de apoio por meio dos dados quantitativos para avaliar a ergonomia e o conforto de assentos ou o posicionamento ideal (Pressure Mapping Tekscan, 2012) (FIGURA 1).



Figura 1 - Interface do software de coleta de dados e o tapete sensorizado.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A posição do tapete foi verificada a cada coleta de dados a fim de evitar alterações na orientação do mesmo sobre a sela. Os dados foram coletados a uma frequência de 100 Hz. O

sistema permite analisar a área, pressão e força de contato simultaneamente ao momento das coletas e após a gravação dos dados em duas ou três dimensões. Além disso, permite extrair dados brutos de variáveis do CoP para realização de outras análises em outros softwares. Um pedaço de neoprene de 2,6 mm foi colocado embaixo do tapete do sistema e preso com fita adesiva para evitar variações, recomendado por Janura et al., (2009).

As coletas do equilíbrio dinâmico foram realizadas no mesmo picadeiro fechado, medindo 28 m x 12 m, com piso de areia. O cavalo da raça crioulo foi o mesmo em todas as coletas, com altura de cernelha de 1,45 m, 390 kg, com o tipo de passo natural de antepistar. A andadura do cavalo foi ao passo, com velocidade média da passada auto-selecionada de 1,25 m/s. O material de montaria também foi sempre o mesmo: manta, cabeçada, rédeas e estribos abertos de plástico com base larga, para que se evitem vies de diferença no cavalo e nos materiais de montaria. A posição do cavaleiro sobre o cavalo foi a habitual de montaria, com as mãos segurando as rédeas, os pés apoiados nos estribos e angulação do joelho em posição de conforto (Espindula et al., 2013a; Ribeiro et al., 2019). As avaliações foram realizadas no contexto real em que são feitas as sessões, ao ar livre, onde as crianças já estavam ambientadas, o que permite uma boa representação das respostas do controle postural ao longo da sessão de Equoterapia (Antunes et al., 2016; Viruega et al., 2019).

O cavalo foi conduzido por uma pessoa treinada e que participa regularmente das sessões de Equoterapia, para minimizar as variações do movimento rítmico e a velocidade do mesmo (Donaldson et al., 2019). Durante as coletas, um auxiliar lateral treinado esteve presente para fornecer segurança aos praticantes caso necessário. A calibração do peso do sujeito no sistema foi realizada em todas as coletas com a criança sentada quieta na mesa sem encosto, com os pés sem apoio.

O equilíbrio dinâmico teve início quando o cavalo andando ao passo atingiu o espaço inicial demarcado pelos cones. O sistema foi manualmente acionado e a coleta durou o tempo de 10 segundos, em uma distância de 10 m, sugeridos pelos estudos de Clayton et al. (2011), Flores et al. (2015) e Flores et al. (2019), desligando-se automaticamente após este período. Essas avaliações foram realizadas em 3 momentos diferentes: A1: baseline; A2: na 20ª sessão e A3: na 40ª sessão de Equoterapia, e as tarefas escolhidas para a análise do comportamento do CoP foram randomizadas: linha reta olhos abertos (OA) e olhos fechados (OF), zigue-zague olhos abertos (OA) e olhos fechados (OF), 3 tentativas de cada tarefa em cada avaliação. A distância entre os cones nas tarefas de zigue-zague foi de 3 m (FIGURAS 2 e 3).

Os dados brutos extraídos do software do sistema foram tratados em uma rotina do Matlab® R2015a com filtro de *Butterworth* passa-baixa de 10 Hz (Duarte e Freitas, 2010). Os

parâmetros avaliados do CoP foram a amplitude de deslocamento anteroposterior (CoPap), a amplitude de deslocamento mediolateral (CoPml), e o comprimento total (CoPcomp).

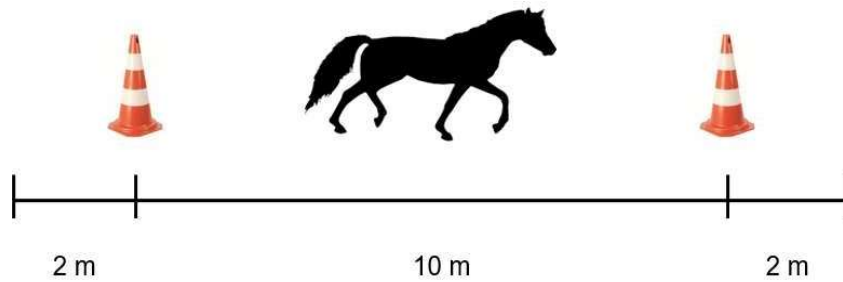


Figura 2 - Ilustração da tarefa em linha reta

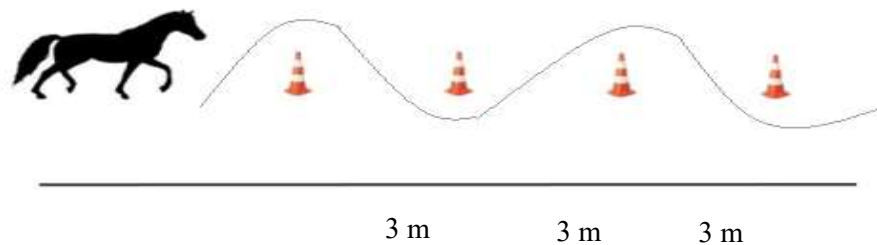


Figura 3 - Ilustração da tarefa em zigue-zague

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

3.6.7 Calibração a vácuo do sistema de mensuração portátil

Por meio do VB5A (Sistema de calibração de pressão de vácuo), foram feitos cada turno em que eram realizadas as coletas, a estimulação dos sensores e a calibração dos mesmos. A calibração destina-se apenas ao uso com o sensor de assento CONFORMat™ (modelo 5330, Teckscan, Boston, USA). O sistema de calibração de pressão a vácuo normaliza (reduz o coeficiente de variação) e calibra os sensores de assento CONFORMat™. A bomba aplica a vácuo à calibração de pressão no dispositivo e nos sensores, sendo a pressão ambiente fora do saco de vácuo maior que a pressão interna realizada pelo sensor. A diferença de pressão resulta em uma carga compressiva líquida sobre o sensor através do material do saco de vácuo.

A calibração de pressão do tapete foi realizada utilizando o software CONFORMat, que permite normalizar e calibrar os sensores aplicando uma pressão uniforme. O tapete sensorizado foi colocado dentro do saco a vácuo e o dispositivo de calibração foi realizado por meio de uma série de pressões aplicadas em intervalos de tempo fixos. A pressão sendo aplicada

é inserida no software e o mesmo usa essas informações para criar uma curva de calibração, o que é exclusivo para esse sensor. O dispositivo de calibração de pressão de vácuo é acompanhado por uma bomba elétrica. Todo o sistema é leve e portátil. FIGURA 4

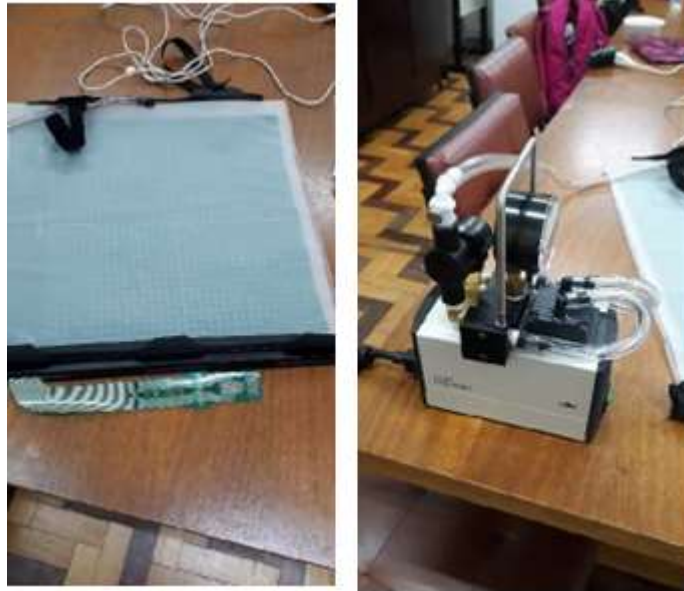


Figura 4 - Sistema de calibração de pressão de vácuo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

3.6.8 Escala de equilíbrio pediátrica (PBS)

Os 14 itens contidos na escala avaliam atividades funcionais que uma criança pode desempenhar em casa, na escola ou na comunidade. Essa escala é relativamente simples e de fácil administração, com tempo total de 15 minutos (Franjoine, Gunther, & Taylor, 2003). Vários itens exigem que o voluntário mantenha a posição por um tempo específico. Progressivamente, mais pontos são deduzidos se o tempo ou a distância exigida não forem cumpridos, se a performance do voluntário justificar supervisão ou se o voluntário tocar um apoio externo ou receber assistência do examinador. A pontuação máxima da escala é 56; quanto maior o escore, melhor o equilíbrio (Ries et al., 2012). A PBS foi realizada em 3 momentos: A1: baseline; A2: na 20ª sessão e A3: na 40ª sessão de Equoterapia. FIGURA 5

Escala de Equilíbrio Pediátrica	
1	Posição sentada para a posição em pé
2	Posição em pé para a posição sentada
3	Transferências
4	Em pé sem apoio
5	Sentada sem apoio
6	Em pé com os olhos fechados
7	Em pé com os pés juntos
8	Em pé com um pé à frente
9	Em pé sobre um pé
10	Girando 360 graus
11	Virando-se para olhar para trás
12	Pegando objeto do chão
13	Colocando pé alternado no degrau/apoio para os pés
14	Alcançando a frente com braço estendido

Figura 5 - Itens da Escala de Equilíbrio Pediátrica (PBS)

Fonte: Ries et al., 2012 e próprio autor.

3.6.9 Teste de alcance pediátrico (PRT)

Conforme descrito pelos autores Bartlett & Birmingham (2003). Posição inicial: foi colocada a criança sentada em uma superfície rígida, nesse caso a plataforma de força (sem encosto ou apoio nas laterais), com os pés apoiados no chão ou numa cadeira, quadris em abdução/adução neutra, braços apoiados no colo. A criança não devia ser estabilizada externamente de outra forma usando os braços e/ou as pernas.

Primeiro, foi pedido à criança que se sentasse com as mãos no colo por 15 segundos. Se essa criança pudesse se sentar independentemente por 15 segundos, seriam administrados os itens 1, 2 e 3 conforme orientação dos autores Bartlett & Birmingham, 2003. FIGURA 6

Item 1: Peça à criança para “sentar-se ereta”. Em seguida, peça à criança que posicione seu ombro a 90 graus de flexão para frente com o cotovelo estendido e o punho em posição neutra (ou o mais próximo possível dessa posição), com os dedos esticados. Posicione-se de maneira estável atrás da criança e faça uma leitura inicial da fita, depois peça que a criança fique nessa posição por três segundos. Peça que a criança alcance o mais longe que ela puder (em direção a um objeto motivador). Peça à criança que ela mantenha a posição final por três segundos. Meça a distância alcançada conforme designada pela diferença entre as posições inicial e final. Item 2: Peça à criança que posicione o ombro esquerdo a 90 graus de abdução, com o cotovelo estendido e o punho em ponto morto (ou o mais próximo possível dessa posição), com os dedos

esticados. Posicione-se de maneira estável atrás da criança e faça uma leitura inicial da fita, depois peça que a criança fique nessa posição por três segundos. Peça que a criança alcance o mais longe que ela puder (em direção a um objeto motivador). Peça à criança que ela mantenha a posição final por três segundos. Meça a distância alcançada conforme designada pela diferença entre as posições inicial e final. Item 3: Repita o item 2 para o lado direito.

O PRT foi realizado 3 tentativas em cada coleta e foi realizado nos momentos, A1: baseline; A2: na 20ª sessão e A3: na 40ª sessão de Equoterapia



Figura 6 - Teste de alcance pediátrico (PRT)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

3.6.10 Escala de Ashworth modificada (MAS)

Cada participante foi examinado deitado em decúbito dorsal em uma maca em uma

posição relaxada. A cabeça do participante foi mantida em posição neutra para evitar a indução de reflexos tônicos cervicais. Para padronizar o alongamento, a velocidade passiva dos movimentos foi feita no decorrer de um segundo, conforme recomendado (Bohannon & Smith, 1987) FIGURA 7.

Foram testados os seguintes músculos: adutores do quadril, flexores do joelho e músculos flexores plantar. As avaliações aconteceram em 2 momentos, A1: baseline e A6: após a 40ª sessão de Equoterapia.

Escola de Ashworth modificada
0 = sem aumento do tonus muscular
1 = leve aumento do tonus muscular manifestado por uma "pega e soltura" ou por resistência mínima no final do arco de movimento, quando o membro afetado é movida em flexão ou extensão.
1+ = leve aumento do tonus muscular manifestado por uma "pega seguida de mínima resistência" através do arco de movimento restante (menos que metade do arco de movimento total)
2 = Aumento mais marcado do tonus muscular, manifestado através da maior parte do arco de movimento, mas o membro afetado é facilmente movido.
3 = Considerável aumento do tonus muscular. O movimento passivo é difícil.
4 = A parte afetada está rígida em flexão ou extensão

Figura 7 - Escala de Ashworth modificada (MAS)

Fonte: Bohannon & Smith, 1987.

3.7 Protocolo de intervenção

Cada sessão teve a duração de 30 minutos. Foram realizadas uma vez por semana, durante 40 semanas. O programa de intervenção seguiu um protocolo fixo de atendimento (Moraes; Rezende; David, 2020), que previa 3 níveis crescentes de dificuldade na realização das atividades, classificados como: fácil, médio, difícil. Ao alcançar o nível difícil ao passo, o praticante devia retomar as atividades no nível fácil, porém, ao trote. Essa progressão foi adotada com o objetivo de manter a progressividade do estímulo terapêutico ao longo das **sessões**, ajustando o protocolo de intervenção ao potencial de aprendizagem de cada participante e estimulando o maior nível possível de independência funcional.

O protocolo desenvolvido possui 20 tarefas (ANEXO 4) e foi aplicado utilizando o programa de Equoterapia, que utiliza o cavalo como um instrumento cinesioterapêutico. As 20 tarefas foram organizadas de acordo com dois princípios:

(a) complexidade progressiva, que define uma estrutura interatividades, construída de maneira a oferecer novos e diferentes desafios a cada atividade, com foco na formação diversificada das habilidades que são requeridas para manutenção do equilíbrio postural e para o aperfeiçoamento da marcha; as atividades foram classificadas, de acordo com o nível estimado de exigência para execução, em: simples, médio e complexo;

(b) dificuldade crescente, que define uma estrutura intra-atividade, construída para permitir um ajuste em função da autonomia do praticante ou das características da atividade em cada uma das 20 tarefas propostas; as atividades foram classificadas, de acordo com o nível estimado de exigência para execução, em fácil, médio e difícil.

Assim, embora todos os praticantes tenham realizado as mesmas 20 tarefas do programa de estimulação — e, conseqüentemente, vivenciado experiências de aprendizagem organizadas em torno de objetivos semelhantes — o protocolo de Equoterapia previa a possibilidade de individualização das atividades, de acordo com as condições físicas e psicoemocionais de cada participante, de modo a sempre estimular o emprego de sua maior capacidade funcional.

Em cada atendimento, o praticante era solicitado a realizar as tarefas com o maior grau possível de independência, sendo continuamente estimulado a progredir para níveis mais elevados de dificuldade. Os níveis fácil e médio foram utilizados quando os praticantes demonstravam necessidade de adaptação da atividade ao seu nível atual de habilidade. Essas adaptações, entretanto, eram moduladas de forma mínima, com o objetivo de estimular a maior independência possível na execução das tarefas.

Ao longo do processo, quando necessário, também era possível acrescentar um nível adicional de dificuldade superior ao previsto pelo protocolo, solicitando que o praticante realizasse a mesma tarefa conduzindo o cavalo de forma totalmente autônoma. Esse nível adicional foi utilizado apenas quando o participante demonstrava domínio completo das demandas motoras previstas para a atividade. Em cada atividade foram descritos o tipo de terreno utilizado (areia, grama ou asfalto), a posição do praticante, a velocidade da andadura do cavalo e a atividade proposta nos diferentes níveis de progressão. Esses parâmetros foram definidos previamente no protocolo com o objetivo de padronizar o estímulo terapêutico ao longo das sessões.

As tarefas do protocolo tinham como objetivos promover o relaxamento da musculatura global, alongar a musculatura de membros superiores (MMSS), membros inferiores (MMII) e

tronco, favorecer a dissociação das cinturas pélvica e escapular, aprimorar a lateralidade e a coordenação motora, além de melhorar elementos psicomotores e o esquema corporal. Também visavam melhorar o equilíbrio postural, as reações de antecipação e de retificação postural, bem como a destreza manual. Adicionalmente, buscavam fortalecer a musculatura de tronco, abdômen, MMSS e MMII, estimular os sistemas vestibular e proprioceptivo e aprimorar funções cognitivas, como atenção, concentração e memória. Para segurança, todos os praticantes eram orientados a utilizar calça comprida, sapato fechado e capacete. O encilhamento utilizado nos cavalos consistiu em manta com alça flexível e estribos abertos.

Durante as sessões, os participantes eram acompanhados por um auxiliar guia, responsável pela condução do cavalo e pelo manejo do animal, além da supervisão de profissionais da equipe terapêutica (fisioterapeuta, psicólogo e/ou equitador), conforme as características e necessidades de cada participante. O protocolo foi aplicado por profissionais treinados das áreas de fisioterapia e psicologia. Após cada sessão, era realizada a evolução das atividades em planilha eletrônica (Microsoft Excel), registrando-se o nível de execução de cada tarefa por participante e observações referentes ao desempenho durante a atividade. Esse registro sistemático permitiu o acompanhamento da progressão individual dos participantes ao longo do programa de intervenção.

Foram utilizados cinco guias e cinco cavalos ao longo de todo o protocolo de intervenção. O cavalo 1, da raça Crioula, apresentava altura de cernelha de 1,45 m e massa corporal de 390 kg, com tipo de passo natural de antepistar. O cavalo 2, sem raça definida (SRD), apresentava altura de cernelha de 1,49 m e massa corporal de 345 kg, com tipo de passo natural de transpistar. O cavalo 3, da raça Crioula, apresentava altura de cernelha de 1,40 m e massa corporal de 415 kg, com tipo de passo natural de antepistar. O cavalo 4, da raça Mangalarga Marchador, apresentava altura de cernelha de 1,44 m e massa corporal de 345 kg, com tipo de passo natural de transpistar. Por fim, o cavalo 5, da raça Crioula, apresentava altura de cernelha de 1,36 m e massa corporal de 386 kg, com tipo de passo natural de antepistar. Ressalta-se que, embora cada cavalo apresentasse um tipo de passo natural predominante, todos eram capazes de realizar as três amplitudes do passo — sobrepistar, antepistar e transpistar — quando necessário. Os cavalos foram utilizados de forma alternada entre os participantes, conforme disponibilidade e características terapêuticas. A alternância dos animais buscou minimizar possíveis variações individuais do movimento do cavalo durante as sessões.

3.8 Análise estatística

3.7.1 Estudo 1

Inicialmente, foi verificada a distribuição dos dados, sendo observado que as variáveis apresentaram distribuição não paramétrica. Para a análise dos momentos A1, A2, A3, A4, A5 e A6 no grupo PC, relativos ao equilíbrio postural estático e aos testes funcionais 1MTW e mTUG, os dados foram descritos e apresentados por meio de média e intervalo de confiança de 95% (IC95%). Foi realizada uma análise por meio de Estimativas de Equações Generalizadas (GEE) com distribuição Gamma a fim de verificar o efeito da intervenção sobre as variáveis de desfecho ao longo dos seis momentos de avaliação. O modelo foi ajustado para as seguintes variáveis confundidoras: idade, índice de massa corporal (IMC), gênero, GMFCS, topografia da paralisia cerebral e Escala de Ashworth Modificada (MAS) para adução de quadril. Para o ajuste do modelo, foi considerado o menor valor do Critério de Independência do Modelo Quase-Verossimilhança (QIC). Na análise pré e pós-intervenção da variável, MAS, foi utilizado o modelo GEE com distribuição linear, em virtude da inadequação da distribuição Gamma para valores ≤ 0 . Para quantificar a magnitude e a direção do efeito da intervenção, foram calculados os valores de variação percentual delta ($\Delta\%$), definidos como a diferença relativa entre os pontos de tempo avaliados; dessa forma, valores negativos indicam redução na medida do desfecho analisado. Para as comparações múltiplas, foi utilizado o teste post hoc de Fisher (Least Significant Difference – LSD), adotando-se nível de significância de $p < 0,05$. Para a organização do banco de dados, foi utilizado o software Microsoft Excel® 2016 (versão 16.0); para as análises estatísticas, foi utilizado o software IBM SPSS Statistics versão 25 (de Melo et al., 2022; Yu et al., 2022).

3.7.2 Estudo 2

Inicialmente, foi verificada a distribuição dos dados, sendo observado que as variáveis apresentaram distribuição não paramétrica. Para a análise dos momentos A1, A2 e A3 no grupo PC, relativos ao equilíbrio dinâmico do CoP nas tarefas de linha reta e zigue-zague nas condições AO e OF durante as sessões de Equoterapia, bem como para os testes funcionais RPT e PBS, os dados descritivos foram apresentados por meio de média e desvio padrão. Foi realizada uma análise por meio de GEE com distribuição Gamma a fim de verificar o efeito da intervenção sobre as variáveis de desfecho nos três momentos de avaliação. O modelo foi ajustado para as seguintes variáveis confundidoras: idade, peso corporal, gênero, GMFCS, topografia da paralisia cerebral e MAS para adução de quadril. Para o ajuste do modelo, foi considerado o menor valor de Critério de Independência do QIC. Para as comparações

múltiplas, foi utilizado o teste post hoc de Bonferroni. Os tamanhos de efeito iguais a 0,2, 0,5 e 0,8 foram considerados pequenos, médios e grandes, respectivamente (Cohen, 2013). Adotou-se nível de significância de $p < 0,05$. Para a organização do banco de dados, foi utilizado o software Microsoft Excel® 2016 (versão 16.0); para o processamento dos dados e elaboração dos gráficos, foram utilizados os softwares IBM SPSS Statistics versão 21 e GraphPad Prism versão 7.0 (de Melo et al., 2022; Yu et al., 2022).

Para a análise comparativa entre os grupos PC e DT, considerando o equilíbrio dinâmico do CoP nas tarefas de linha reta e zigue-zague nas condições AO e OF durante as sessões de Equoterapia, os dados descritivos foram apresentados por meio de média, desvio padrão e valores extremos (mínimo–máximo). Para a comparação do comportamento do CoP entre os diferentes grupos e tarefas, foi utilizado o Modelo Linear Generalizado (Generalized Linear Model – GLM) baseado em distribuição Gamma com função de identidade. Para o ajuste do modelo, foram considerados o menor valor do Critério de Informação de Akaike (AIC) e do Critério de Informação Bayesiano (BIC). Para as comparações múltiplas, foi utilizado o teste post hoc de Bonferroni, adotando-se nível de significância de $p < 0,05$. Para a organização do banco de dados, foi utilizado o software Microsoft Excel® 2016 (versão 16.0); para o processamento dos dados e elaboração dos gráficos, foram utilizados os softwares JAMOVl versão 2.2.5 e GraphPad Prism versão 7.0 (de Melo et al., 2022; Yu et al., 2022).

A seguir, serão apresentados os resultados das análises estatísticas descritas, contemplando o equilíbrio postural dinâmico e os testes funcionais, os quais serão apresentados e discutidos em dois artigos científicos.

4 RESULTADOS

4.1 Estudo 1

Para análise do equilíbrio estático do CoP e dos testes funcionais como 1MTW e mTUG, durante a Equoterapia, dezoito crianças com PC completaram o estudo (cinco meninos e treze meninas); os participantes tinham idade média de 7,8 (2,5) anos e peso médio de 26,2 (11,2) kg. Na tabela 1, estão apresentadas as características descritivas do grupo PC.

Tabela 1. Características dos participantes.

	Uma vez por semana (n = 18)
Idade (anos)	7,7 (2,5)
Sexo (masc/fem)	5/13
Peso (kg)	26,2 (11,1)
Altura (m)	1,2 (0,2)
Topografia, n (%)	
Unilateral	7 (38,8%)
Bilateral	11 (61,1%)
GMFCS, n (%)	
Nível I	11 (61,1%)
Nível II	2 (11,1%)
Nível III	4 (22,2%)
Nível IV	1 (5,5%)

GMFCS: *Gross Motor Function Classification System* – Sistema de classificação motora grossa; kg: quilograma; m: metro.

A Tabela 2 apresenta os resultados referentes ao efeito do tempo sobre as variáveis de desempenho funcional (1MTW e mTUG) e equilíbrio postural estático na posição sentada, analisadas nos momentos A1, A2, A3, A4, A5 e A6.

Na análise pelo modelo GEE ajustado para idade, peso, sexo, GMFCS, topografia e escore de MAS para adução de quadril, observou-se efeito significativo do tempo sobre o desempenho no teste 1MTW (Wald = 139,75; GL = 5; $p < 0,001$). O *post-hoc* indicou diferenças significativas entre os momentos A1 x A2, A1 x A3, A1 x A4, A1 x A5 e A1 x A6 ($p < 0,001$ para todas), além de A2 x A3 ($p < 0,001$), A2 x A4 ($p < 0,001$), A2 x A5 ($p = 0,002$), A2 x A6 ($p < 0,001$), A3 x A6 ($p = 0,004$), A4 x A6 ($p < 0,001$) e A5 x A6 ($p = 0,001$). Esses resultados indicam ganhos progressivos na capacidade de caminhar ao longo da intervenção.

Para o teste mTUG, também foi identificado efeito significativo do tempo (Wald = 125,46; GL = 5; $p < 0,001$). As comparações múltiplas revelaram diferenças entre os momentos

A1 x A4, A1 x A5 e A1 x A6 ($p < 0,001$), A2 x A5 ($p = 0,049$), A2 x A6 ($p = 0,003$), A3 x A5 ($p = 0,021$), A3 x A6 ($p < 0,001$), A4 x A5 ($p = 0,002$), A4 x A6 ($p < 0,001$) e A5 x A6 ($p < 0,001$). As reduções no tempo do mTUG refletem melhorias graduais na mobilidade funcional, que se consolidam nas sessões finais.

Em relação ao comportamento do CoP na posição sentada (OF/SE), observou-se efeito significativo do tempo sobre a variável ACoPml (Wald = 12,53; GL = 5; $p = 0,028$), com diferenças entre os momentos A1 x A4 ($p = 0,045$) e A2 x A5 ($p = 0,019$). A variável ACoPap também apresentou efeito significativo do tempo (Wald = 13,81; GL = 5; $p = 0,017$), com diferenças entre A1 x A6 ($p = 0,021$), A3 x A6 ($p = 0,026$) e A5 x A6 ($p = 0,027$). A variável VAvG evidenciou efeito significativo do tempo (Wald = 13,98; GL = 5; $p = 0,016$), com diferenças entre A1 x A3 ($p = 0,027$) e A1 x A6 ($p = 0,002$). Para a Área95, também foi identificado efeito significativo (Wald = 11,47; GL = 5; $p = 0,043$), com diferença entre A1 x A4 ($p = 0,038$). Essas mudanças ocorreram sob um desafio sensorial moderado, no qual a privação visual aumenta a dependência da informação somatossensorial, enquanto as demandas posturais permanecem relativamente estáveis.

Na posição OF/SI, o modelo GEE não indicou efeito significativo do tempo sobre a variável ACoPml (Wald = 8,53; GL = 5; $p = 0,130$); no entanto, o *post-hoc* revelou diferenças entre A1 x A5 ($p = 0,043$), A1 x A6 ($p = 0,012$) e A2 x A6 ($p = 0,027$). O mesmo padrão foi observado para a variável ACoPap (Wald = 8,07; GL = 5; $p = 0,152$), com diferenças entre A1 x A3 ($p = 0,020$), A1 x A5 ($p = 0,037$), A1 x A6 ($p = 0,007$) e A2 x A3 ($p = 0,027$). Para a variável VAvG, foi identificado efeito significativo do tempo (Wald = 18,31; GL = 5; $p = 0,003$), com diferenças entre A1 x A3 ($p = 0,022$), A1 x A6 ($p = 0,011$) e A5 x A6 ($p = 0,017$). A variável Área95 apresentou resultado marginalmente significativo (Wald = 10,88; GL = 5; $p = 0,054$), com diferenças entre os momentos A1 x A3 ($p = 0,040$), A1 x A5 ($p = 0,048$) e A1 x A6 ($p = 0,027$). As melhorias nessa condição refletem o desempenho sob o maior desafio sensorial na posição sentada, onde tanto a privação visual quanto a instabilidade somatossensorial aumentam as demandas sobre o controle postural do tronco.

Tabela 2. Comparação do comportamento das variáveis 1MTW, mTUG e CoP na posição sentada em diferentes momentos.

Variáveis		A1	A2	A3	A4	A5	A6	Delta ($\Delta\%$)	<i>p</i> (1-6)
1MTW (m)	Média	71,41	75,38	81,26	83,57	84,31	90,87	19,46 (27,3)	<0,001*
	IC 95%	61,72-81,10	66,89-83,87	72,63-89,89	74,39-92,75	73,33-95,30	80,53-101,21		
mTUG (s)	Média	14,3	13,46	12,38	10,67	10,07	8,15	-6,15 (-43,0)	<0,001*
	IC 95%	11,69-16,91	8,30-18,63	8,59-16,17	8,41-12,93	7,61-12,53	6,31-9,99		
Sentado OF/SE ACoPml (cm)	Média	1,28	1,13	1,01	1	1	1,04	-0,24 (-18,8)	0,167
	IC 95%	0,89-1,67	0,80-1,46	0,68-1,33	0,72-1,28	0,67-1,33	0,62-1,46		
Sentado OF/SE ACoPap (cm)	Média	1,6	1,44	1,49	1,41	1,52	1,27	-0,33 (-20,6)	0,021*
	IC 95%	1,10-2,09	1,14-1,74	1,11-1,87	1,10-1,72	1,10-1,94	0,99-1,56		
Sentado OF/SE Vavg (cm/s)	Média	1,1	1,02	0,99	1,02	1,05	0,96	-0,14 (-12,7)	0,002*
	IC 95%	0,91-1,29	0,89-1,14	0,83-1,14	0,88-1,16	0,84-1,27	0,82-1,11		
Sentado OF/SE Area95 (cm ²)	Média	2,12	1,49	1,31	1,16	1,27	1,35	-0,77 (-36,3)	0,101
	IC 95%	0,84-3,39	0,63-2,35	0,50-2,13	0,60-1,73	0,36-2,18	0,21-2,49		

Sentado OF/SI ACoPml (cm)	Média	1,71	1,6	1,45	1,44	1,49	1,27	-0,44 (-25,7)	0,012*
	IC 95%	2,23-1,71	2,05-1,60	1,82-1,45	1,78-1,44	1,95-1,49	1,62-1,27		
Sentado OF/SI ACoPap (cm)	Média	1,81	1,47	1,39	1,54	1,46	1,39	-0,42 (-23,2)	0,007*
	IC 95%	1,29-2,33	1,18-1,76	1,00-1,78	1,11-1,97	1,08-1,85	1,00-1,78		
Sentado OF/SI Vavg (cm/s)	Média	1,1	1,03	0,96	1,05	1,04	0,99	-0,11 (-10,0)	0,011*
	IC 95%	1,29-2,33-	1,18-1,76-	1,00-1,78-	1,11-1,97-	1,08-1,85-	1,00-1,78-		
Sentado OF/SI Area95 (cm ²)	Média	3,78	2,16	2,04	2,13	2,05	1,69	-2,09 (-55,3)	0,027*
	IC 95%	1,19-6,37	1,12-3,21	0,61-3,47	1,12-3,15	0,57-3,54	0,51-2,87		

1MTW: Teste de Um Minuto; mTUG: Teste de Mobilidade Modificada; OA: Olhos Abertos; OF: Olhos Fechados; SE: Superfície estável; SI: Superfície Instável; ACoPap: Amplitude de deslocamento anteroposterior; ACoPml: Amplitude de deslocamento mediolateral; Vavg: Velocidade média do CoP; CoParea95: Área 95% elipse do CoP; A1: Baseline; A2: Após a 8^a sessão; A3: Após a 16^a sessão; A4: Após a 24^a sessão; A5: Após a 32^a sessão; A6: Após a 40^a sessão; Delta ($\Delta\%$); centímetros (cm); centímetro quadrado (cm²);*: diferença significativa na comparação com o momento A1-A6 ($p < 0,05$; *post-hoc* – LSD Modelo ajustado por idade, peso, gênero, Sistema de classificação função motora grossa (GMFCS), topografia, Escala de espasticidade modificada (MAS) adução do quadril.

A Tabela 3 apresenta os dados referentes ao impacto da intervenção sobre o comportamento do CoP em posição ortostática ao longo dos momentos A1, A2, A3, A4, A5 e A6. A análise por GEE revelou um efeito significativo do fator tempo sobre a variável ACoPap com olhos abertos em superfície estável (OA/SE) (Wald = 13,06; GL = 5; $p = 0,023$). A análise *post-hoc* indicou diferenças estatisticamente significativas entre os momentos A1 x A2 ($p = 0,009$), A2 x A3 ($p = 0,010$), A2 x A6 ($p = 0,050$) e A3 x A4 ($p = 0,047$). Para a variável Área95, também com OA/SE, foi identificado efeito significativo do tempo (Wald = 15,75; GL = 5; $p = 0,008$), com diferenças entre A1 x A2 ($p = 0,015$), A2 x A3 ($p = 0,002$), A2 x A4 ($p = 0,005$), A2 x A5 ($p = 0,012$) e A2 x A6 ($p = 0,001$). As menores mudanças observadas sob OA/SE são consistentes com o baixo desafio sensorial dessa condição, onde a informação visual e uma superfície estável minimizam as demandas posturais.

Com olhos abertos em superfície instável (OA/SI), observou-se efeito significativo do tempo sobre a variável ACoPap (Wald = 11,93; GL = 5; $p = 0,036$), com diferença entre os momentos A5 x A6 ($p = 0,007$). A variável VAvG, sob as mesmas condições, também apresentou diferença significativa ao longo do tempo (Wald = 27,20; GL = 5; $p < 0,001$), com variações entre A1 x A3 ($p = 0,006$), A2 x A3 ($p = 0,003$), A3 x A4 ($p = 0,003$), A3 x A5 ($p = 0,003$) e A3 x A6 ($p = 0,038$). Os resultados sob OA/SI indicam adaptações que ocorrem quando a entrada somatossensorial é reduzida, embora a disponibilidade visual compense parcialmente a instabilidade da superfície.

Durante a execução com olhos fechados sobre superfície estável (OF/SE), observou-se efeito significativo do tempo na variável ACoPml (Wald = 25,13; GL = 5; $p < 0,001$), com diferenças entre A2 x A3 ($p = 0,001$) e A3 x A6 ($p = 0,005$). A variável Área95, sob as mesmas condições, também foi significativamente afetada (Wald = 16,96; GL = 5; $p = 0,005$), com diferenças entre A2 x A3 ($p = 0,022$) e A2 x A5 ($p = 0,014$). Esse padrão se alinha com condições em que a remoção de pistas visuais aumenta as demandas posturais, enquanto a informação somatossensorial permanece confiável.

Na avaliação com olhos fechados em superfície instável (OF/SI), identificou-se efeito significativo do tempo sobre a variável ACoPml (Wald = 14,96; GL = 5; $p = 0,011$), com diferenças entre A1 x A3 ($p = 0,001$), A1 x A6 ($p = 0,031$), A2 x A3 ($p = 0,006$), A3 x A5 ($p = 0,001$) e A5 x A6 ($p = 0,017$). A variável VAvG também apresentou diferenças ao longo do tempo (Wald = 13,96; GL = 5; $p = 0,016$), com significância entre A1 x A3 ($p = 0,012$), A2 x A3 ($p = 0,012$), A3 x A4 ($p = 0,006$), A3 x A5 ($p = 0,009$) e A3 x A6 ($p = 0,036$). Por fim, a Área95, na mesma configuração (OF/SI), apresentou efeito significativo do tempo (Wald = 27,52; GL = 5; $p < 0,001$), com diferenças estatísticas observadas entre A1 x A3 ($p < 0,001$),

A2 x A3 ($p < 0,001$), A3 x A4 ($p = 0,037$), A3 x A5 ($p = 0,007$) e A3 x A6 ($p = 0,023$). As mudanças mais substanciais surgiram na condição OF/SI, que impõe o maior desafio sensorial ao combinar privação visual com confiabilidade somatossensorial reduzida.

Tabela 3. Comparação do comportamento do CoP na posição em pé em diferentes momentos.

Variáveis		A1	A2	A3	A4	A5	A6	Delta ($\Delta\%$)	<i>p</i> (1-6)
Em pé OA/SE ACoPml (cm)	Média	3,22	3,44	2,93	3,08	2,83	2,91	-0,31 (-9,6)	0,192
	IC 95%	2,55-3,89	2,81-4,07	2,40-3,47	2,40-3,76	2,37-3,28	2,45-3,37		
Em pé OA/SE ACoPap (cm)	Média	2,66	3,02	2,57	2,84	2,77	2,62	-0,04 (-1,5)	0,855
	IC 95%	2,05-3,27	2,35-3,69	2,05-3,09	2,23-3,45	2,23-3,32	2,09-3,14		
Em pé OA/SE Vavg (cm/s)	Média	1,77	1,89	1,77	1,84	1,73	1,76	-0,01 (-0,6)	0,921
	IC 95%	1,47-2,06	1,55-2,24	1,47-2,07	1,47-2,20	1,47-1,98	1,44-2,07		
Em pé OA/SE Area95 (cm ²)	Média	7,82	10,49	6,62	7,48	6,88	6,39	-1,43 (-18,3)	0,140
	IC 95%	4,83-10,81	6,51-14,47	4,20-9,03	4,49-10,47	4,78-8,97	4,19-8,59		

OA/SI ACoPml (cm)	Média	4,18	4,04	3,72	3,9	4,3	3,85	-0,33 (-7,9)	0,413
	IC 95%	3,40-4,95	3,35-4,73	3,04-4,40	3,35-4,45	3,67-4,93	3,27-4,44		
Em pé OA/SI ACoPap (cm)	Média	3,57	3,59	3,13	3,52	3,72	3,33	-0,24 (-6,7)	0,456
	IC 95%	2,73-4,41	2,81-4,37	2,36-3,90	2,86-4,18	3,07-4,37	2,63-4,03		
Em pé OA/SI Vavg (cm/s)	Média	2,54	2,5	2,1	2,52	2,69	2,5	-0,04 (-1,6)	0,875
	IC 95%	1,89-3,19	2,01-2,99	1,71-2,49	2,10-2,95	2,20-3,18	1,97-3,03		
Em pé OA/SI Area95 (cm2)	Média	11,95	12,53	9,63	11,32	12,75	11,09	-0,86 (-7,2)	0,597
	IC 95%	7,14-16,77	7,99-17,06	5,80-13,45	7,49-15,15	8,95-16,55	7,22-14,96		
Em pé OF/SE ACoPml (cm)	Média	3,17	3,54	2,72	3,1	3,09	3,23	0,06 (1,9)	0,821
	IC 95%	2,57-3,76	2,86-4,22	2,20-3,24	2,51-3,68	2,64-3,53	2,64-3,83		
Em pé OF/SE ACoPap (cm)	Média	3,32	3,36	3,08	3,17	3,17	3,19	-0,13 (-3,9)	0,752
	IC 95%	2,60-4,04	2,79-3,92	2,30-3,85	2,52-3,82	2,55-3,79	2,50-3,89		
Em pé OF/SE Vavg (cm/s)	Média	1,96	2,21	1,95	2,08	2,06	2,03	0,07 (3,6)	0,719
	IC 95%	1,61-2,31	1,79-2,63	1,59-2,31	1,68-2,49	1,71-2,41	1,64-2,43		
Em pé OF/SE Area95 (cm2)	Média	9,63	10,19	6,94	8,26	7,61	8,85	-0,78 (-8,1)	0,624
	IC 95%	6,11-13,15	6,73-13,64	3,73-10,16	5,07-11,45	5,44-9,79	5,75-11,96		

Em pé OF/SI ACoPml (cm)	Média	4,94	4,85	3,73	4,44	5,05	4,1	-0,84 (-17,0)	0,031*
	IC 95%	4,08-5,79	4,05-5,65	3,09-4,36	3,64-5,24	4,42-5,69	3,52-4,68		
Em pé OF/SI ACoPap (cm)	Média	4,2	4,67	4,14	4,53	4,5	4,4	0,20 (4,8)	0,637
	IC 95%	3,27-5,14	3,62-5,71	3,20-5,09	3,60-5,46	3,70-5,29	3,43-5,36		
Em pé OF/SI Vavg (cm/s)	Média	3,17	3,16	2,68	3,26	3,18	3,02	-0,15 (-4,7)	0,516
	IC 95%	2,41-3,93	2,53-3,79	2,15-3,20	2,62-3,90	2,62-3,74	2,37-3,68		
Em pé OF/SI Area95 (cm ²)	Média	17,38	19,24	11,96	16,62	16,8	15,43	-1,95 (-11,2)	0,365
	IC 95%	11,87-22,88	13,05-25,43	8,03-15,88	11,23-22,01	12,74-20,85	10,66-20,2		

OA: Olhos Abertos; OF: Olhos Fechados; SE: Superfície estável; SI: Superfície Instável; ACoPap: Amplitude de deslocamento anteroposterior; ACoPml: Amplitude de deslocamento mediolateral; Vavg: Velocidade do CoP; ; CoParea95: Área 95% elipse do CoP; A1: Baseline; A2: Após a 8ª sessão; A3: Após a 16ª sessão; A4: Após a 24ª sessão; A5: Após a 32ª sessão; A6: Após a 40ª sessão; Delta ($\Delta\%$); centímetros (cm); centímetro quadrado (cm²); *: diferença significativa na comparação com o momento A1-A6 ($p < 0,05$; *post-hoc* – LSD); Modelo ajustado por idade, peso, gênero, Sistema de classificação funçãomotora grossa (GMFCS), topografia, Escala de espasticidade modificada (MAS) adução do quadril.

Na tabela 4, são apresentados os dados do efeito da intervenção sobre a escala de MAS em diferentes momentos. Na análise do GEE, foi encontrado efeito significativo do tempo sobre a variável, MAS planti D (Wald = 11,76 GL = 1, $p = 0,001$). O *post-hoc* apontou diferença significativa entre os momentos Pré x Pós ($p=0,001$). Também foi observado efeito significativo do tempo sobre a variável, MAS planti E (Wald = 7,58, GL = 1, $p = 0,006$). O *post-hoc* apontou diferença significativa na comparação Pré x Pós ($p = 0,006$). Observou-se redução significativa da espasticidade dos flexores plantares bilateralmente após a intervenção, sugerindo possível modulação do tônus muscular associada à prática continuada da equoterapia.

Tabela 2. Comparação da escala de espasticidade modificada antes e depois da intervenção.

MAS	Pré		Pós		<i>p</i>
	Média	IC95%	Média	IC95%	
Planti D	1,36	0,84-1,88	0,92	0,34-1,49	0,001*
Planti E	1,28	0,80-1,75	1,06	0,56-1,55	0,006*
Adução	0,86	0,45-1,27	0,56	0,15-0,96	0,121
Joelho D	0,42	0,05-0,78	0,22	-0,11-0,55	0,064
Joelho E	0,33	-0,04-0,70	0,17	-0,15-0,48	0,134

MAS: Escala de *Ashworth* modificada; Planti D: Plantiflexão do tornozelo direito; Planti E: Plantiflexão do tornozelo esquerdo; Adução do quadril; Joelho D: Flexão do joelho direito; Joelho E: Flexão do joelho esquerdo; *diferença significativa na comparação com o momento pré ($p < 0,05$; *post-hoc* – LSD); Modelo ajustado por idade, peso, gênero e Sistema de classificação da função motora grossa (GMFCS).

4.2 Estudo 2

Na tabela 5, na análise do GEE ajustado para variáveis confundidoras: idade, peso, gênero, GMFCS, topografia, MAS adução, foi encontrado efeito significativo do tempo (Wald = 13,58, GL = 2, $p = 0,001$) sobre a medida do CoPcomp na tarefa reta OA. O *post-hoc* apontou diferença significativa entre os momentos A1 x A2 ($p = 0,002$) e A1 x A3 ($p = 0,004$); o tamanho de efeito foi grande, ES (1,13). Observamos um padrão de adaptação progressiva ao longo das sessões, mesmo com menor desafio sensorial.

Foi observado efeito significativo do tempo (Wald = 16,60, GL = 2, $p < 0,001$) sobre a medida do CoPcomp na tarefa reta OF. O *post-hoc* apontou diferença significativa entre os momentos A1 x A2 ($p = 0,001$) e A1 x A3 ($p = 0,019$); o tamanho de efeito foi médio (ES = 0,74). Também foi observado efeito significativo do tempo (Wald = 8,45, GL = 2, $p = 0,015$) sobre a medida do CoPcomp na tarefa zigue-zague OF. O *post-hoc* apontou diferença significativa apenas entre os momentos A1 x A2 ($p = 0,019$); o tamanho de efeito foi médio ES (0,69). A redução do CoPcomp na condição sem informação visual indica aprimoramento do controle postural mesmo em situações de maior demanda sensorial (Tabela 5).

Tabela 3. Comparação do comportamento do CoP em diferentes tarefas entre momentos do grupo PC.

TAREFAS	A1	A2	A3	ES (A1-A3)
RETA OA				
ACoPap cm	2,31±1,18	2,15±1,07	1,85±0,62	0,50
ACoPml cm	3,46±1,06	3,50±1,55	3,01±0,91	0,57
CoPcomp cm ²	56,10±15,90	43,12±13,54*	41,85±9,28*	1,13
RETA OF				
ACoPap cm	2,55±1,35	2,65±2,79	2,07±0,60	0,47
ACoPml cm	3,95±1,46	4,82±5,76	3,57±1,26	0,29
CoPcomp cm ²	59,34±22,66	45,20±12,63*	46,30±11,86*	0,74
ZIGUE OA				
ACoPap cm	2,33±1,12	2,21±0,86	1,94 ± 0,54	0,46
ACoPml cm	3,73±1,23	3,91±1,70	3,32±1,06	0,37
CoPcomp cm ²	49,40±14,88	44,64 ± 10,56	41,32±8,49	0,69
ZIGUE OF				
ACoPap cm	2,31±1,03	2,32±0,87	2,11±0,69	0,23
ACoPml cm	3,96±1,07	5,02±5,50	3,56±1,16	0,37
CoPcomp cm ²	53,74±16,30	45,52±11,56*	44,94±9,02	0,69

CoP (centro de pressão); Amplitude de deslocamento das direções anteroposterior (ACoPap); Amplitude de deslocamento das direções mediolateral (ACoPml); Comprimento total do CoP (CoPcomp); Reta: Linha reta; Zigue: Zigue-Zague; OA: Olhos abertos; OF: Olhos fechados; A1: baseline; A2: Após a 20^a sessão; A3: Após a 40^a sessão; centímetros (cm); centímetro quadrado (cm²); *: diferença significativa na comparação com o momento A1; #: diferença significativa na comparação com o momento pós A2 ($p < 0,05$; *post-hoc* – Bonferroni); Tamanho de efeito (ES); Modelo ajustado por idade, peso, gênero, Sistema de classificação função motora grossa (GMFCS), topografia, Escala de espasticidade modificada (MAS) adução do quadril.

Para análise dos testes funcionais tais como RPT e PBS. Na tabela 6, na análise do GEE ajustado para variáveis confundidoras: idade, peso, gênero, GMFCS, topografia, MAS adução de quadril. Para o teste de RPT, a amostra foi de 17 crianças com PC, pois uma criança não conseguiu realizar o teste. Foi observado efeito significativo do tempo (Wald = 9,93, GL = 2, $p = 0,007$) sobre a medida RPT frente a VAv. O *post-hoc* apontou diferença significativa entre os momentos A1 e A3 ($p = 0,011$); o tamanho de efeito foi pequeno (ES = 0,42). Foi observado efeito significativo do tempo (Wald = 30,8, GL = 2, $p < 0,001$) sobre a medida RPT frente a cm. O *post-hoc* apontou diferença significativa entre os momentos A1 x A2 ($p = 0,014$), A1 x A3 ($p < 0,001$) e A2 x A3 ($p = 0,004$); o tamanho de efeito foi grande, ES (1,81), Tabela 6.

Também foi observado efeito significativo do tempo (Wald = 15,04, GL = 2, $p = 0,001$) sobre a RPT alcance do lado esquerdo ACoPml. O *post-hoc* apontou diferença significativa entre os momentos A1 x A2 ($p = 0,017$) e A1 x A3 ($p = 0,001$); o tamanho de efeito foi grande (ES = 1,01). Foi observado efeito significativo do tempo (Wald = 12,81, GL = 2, $p = 0,002$) sobre a medida RPT do lado esquerdo VAv. O *post-hoc* apontou diferença significativa entre os momentos A1 e A3 ($p = 0,002$); o tamanho de efeito foi grande (ES = 1,09). Foi observado efeito significativo do tempo (Wald = 25,14, GL = 2, $p < 0,001$) sobre a medida RPT do lado esquerdo cm. O *post-hoc* apontou diferença significativa entre os momentos A1 x A2 ($p < 0,001$), A1 x A3 ($p < 0,001$) e A2 x A3 ($p = 0,006$); o tamanho de efeito foi grande, ES (1,43), Tabela 6.

Foi observado efeito significativo do tempo (Wald = 12,35, GL = 2, $p = 0,002$) sobre a medida RPT do lado direito ACoPml. O *post-hoc* apontou diferença significativa entre os momentos A1 e A3 ($p = 0,003$); o tamanho de efeito foi grande (ES = 0,81). Foi observado efeito significativo do tempo (Wald = 19,34, GL = 2, $p < 0,001$) sobre a medida RPT do lado direito cm. O *post-hoc* apontou diferença significativa entre os momentos A1 x A3 ($p < 0,001$); o tamanho de efeito foi grande, ES (1,10). De forma geral, os resultados demonstram melhora progressiva do equilíbrio dinâmico sentado e da capacidade de alcance funcional ao longo da intervenção (Tabela 6).

Sobre a variável PBS foi encontrado efeito significativo do tempo (Wald = 12,36, GL = 2, $p = 0,002$). O *post-hoc* apontou diferença significativa entre os momentos A1 x A2 ($p = 0,001$) e A1 x A3 ($p < 0,001$); o tamanho de efeito foi médio ES (0,52). Os achados indicam melhora consistente do equilíbrio funcional ao longo da intervenção, com ganhos já detectáveis nas avaliações intermediárias e mantidos até o final do acompanhamento (Tabela 6).

Tabela 4. Comparação do comportamento do CoP durante o teste RPT (n=17) e do PBS (n=18) entre momentos no grupo PC

VARIÁVEIS	A1	A2	A3	ES
RPT. FRENTE ACoPap cm	7,35±3,60	8,12±3,20	9,29±3,46	-0,57
RPT. FRENTE Vavg cm/s	2,24±0,90	2,00±0,71	2,65±1,11#	-0,42
RPT. FRENTE cm	25,71±7,37	31,35±9,57*	37,82±6,41*#	-1,81
RPT. LADO E ACoPml cm	5,13±1,44	6,19±2,21*	6,72±1,80*	-1,01
RPT. LADO E Vavg cm/s	1,85±0,44	2,09±0,70	2,41±0,61*	-1,09
RPT. LADO E cm	10,53±3,94	14,12±4,01*	16,41±4,54*#	-1,43
RPT. LADO D ACoPml cm	4,53±1,62	5,18±2,56	5,94±1,95*	-0,81
RPT. LADO D Vavg cm/s	1,98±0,39	2,07±0,68	2,18±0,40	-0,52
RPT. LADO D cm	10,88±4,11	13,47±6,35	15,53±4,60*	-1,10
PBS	40,33±17,33	45,94±16,35*	48,22±13,76*	-0,52

CoP (centro de pressão), PBS (Escala de equilíbrio pediátrica), Alcance pediátrico (RPT), Amplitude de deslocamento das direções anteroposterior (ACoPap), Velocidade média do CoP (Vavg), Amplitude de deslocamento das direções mediolateral (ACoPml), centímetros (cm); A1: baseline; A2: após a 20ª sessão; A3: após a 40ª sessão; centímetros (cm); centímetro quadrado (cm²); *: diferença significativa na comparação com o momento pré; #: diferença significativa na comparação com o momento pós 20 semanas ($p < 0,05$; *post-hoc* – Bonferroni); Modelo ajustado por idade, peso, gênero, Sistema de classificação função motora grossa (GMFCS), topografia, Escala de espasticidade modificada (MAS) adução do quadril.

Para análise do equilíbrio dinâmico do CoP entre os grupos PC e DT, durante a equoterapia, 36 crianças completaram o estudo. O grupo PC contou com 18 crianças (cinco meninos e treze meninas), com idade média de 7,8 (2,5) anos e peso médio de 26,2 (11,2) kg. Já o grupo DT contou com 18 crianças (oito meninos e dez meninas), com idade média de 7,8 (2,5) anos e peso médio de 28,2 (11,8) kg. A tabela 7 apresenta os dados descritivos das variáveis advindas da análise do CoP em diferentes tarefas.

Nas tabelas 8, 9 e 10, estão apresentados os resultados referentes às comparações dos parâmetros do CoP em diferentes grupos. No GLM para o estudo do comportamento da ACoPap foi observada diferença estatística entre grupos ($p < 0,001$), no entanto, não foi observada significância estatística para as variáveis tarefa e a interação grupos*tarefa ($p > 0,05$). Na análise *post-hoc* dos grupos foram encontradas diferenças entre o grupo PC-A1 x DT ($p < 0,001$) e o grupo PC-A3 x DT ($p < 0,001$). As análises indicaram que, mesmo após a intervenção, as crianças com PC mantiveram diferenças no ACoPap em comparação ao grupo com DT. Esse achado sugere que o controle postural nesse eixo pode apresentar maior

complexidade biomecânica e neuromotora, possivelmente demandando maior tempo de prática ou estratégias terapêuticas adicionais para aproximação ao padrão típico (Tabela 8).

Na análise do comportamento da ACoPml foi observada diferença estatística entre grupos ($p = 0,013$) e tarefas ($p = 0,020$), no entanto, não foi observada significância estatística para a interação grupos*tarefa ($p > 0,05$). Na análise *post-hoc* dos grupos foram encontradas diferenças entre o grupo PC-A1 x DT ($p < 0,001$), porém, não foram observadas diferenças entre o grupo PC-A3 x DT ($p = 0,215$). Inicialmente, as crianças com PC apresentaram maior ACoPml em relação ao DT. Após a intervenção, essa diferença deixou de ser observada, indicando uma aproximação ao padrão de estabilidade mediolateral. Esse resultado sugere melhora no controle lateral do tronco e da pelve, componentes fundamentais para a manutenção do equilíbrio dinâmico (Tabela 9). Na análise *post-hoc* do grupo*tarefa ($p < 0,05$), foram encontradas diferenças entre as tarefas reta AO x reta OF ($p = 0,010$) e reta AO x zigue-zague OF ($p = 0,002$) no grupo PC. Esses achados sugerem que o equilíbrio dinâmico durante a Equoterapia é altamente dependente das demandas sensoriais e da complexidade da tarefa. Quando a informação visual é removida e a tarefa exige maior organização direcional, como no percurso em zigue-zague, o sistema postural precisa recorrer mais intensamente a estratégias proprioceptivas e vestibulares (Tabela 11).

Na análise do comportamento do CoPcomp foi observada diferença estatística entre grupos ($p < 0,001$), no entanto, não foi observada significância estatística para as variáveis tarefa e a interação grupos*tarefa ($p > 0,05$). Na análise *post-hoc* dos grupos foram encontradas diferenças entre o grupo PC-A1 x DT ($p < 0,001$), porém, não foram observadas diferenças entre o grupo PC-A3 x DT ($p = 1,000$). No início do acompanhamento, as crianças com PC apresentavam maior CoPcomp em comparação ao DT. Após as sessões de intervenção, essa diferença deixou de ser observada, sugerindo melhora global do equilíbrio global durante a tarefa dinâmica, (Tabela 10).

Tabela 5. Dados descritivos das variáveis do CoP, em diferentes tarefas entre grupos.

CoP	TAREFA	GRUPOS	Média	DP	Mínimo	Máximo
ACoPap cm	RETA OA	PC-A1	2,31	1,18	1,08	4,52
		PC-A3	1,85	0,62	0,88	3,45
		DT	1,36	0,44	0,66	2,13
	RETA OF	PC-A1	2,55	1,35	1,19	5,99
		PC-A3	2,07	0,60	1,13	3,00
		DT	1,51	0,48	0,84	2,58
	ZIGUE OA	PC-A1	2,33	1,12	1,00	4,90
		PC-A3	1,94	0,54	0,96	2,87
		DT	1,56	0,46	0,87	2,44
	ZIGUE OF	PC-A1	2,31	1,03	1,33	4,58
		PC-A3	2,11	0,69	1,29	3,96
		DT	1,54	0,41	0,75	2,52
ACoPml cm	RETA OA	PC-A1	3,46	1,06	1,55	5,69
		PC-A3	3,01	0,91	1,41	4,48
		DT	2,52	0,66	1,48	3,65
	RETA OF	PC-A1	3,95	1,46	1,67	6,55
		PC-A3	3,57	1,26	1,67	6,11
		DT	3,14	0,98	1,44	4,22
	ZIGUE OA	PC-A1	3,73	1,23	1,95	6,27
		PC-A3	3,32	1,06	1,10	5,30
		DT	3,10	0,90	1,69	5,23
	ZIGUE OF	PC-A1	3,96	1,07	1,88	5,63
		PC-A3	3,56	1,16	1,56	5,82
		DT	3,33	0,67	2,33	4,37
CoPcomp cm ²	RETA OA	PC-A1	56,10	15,90	38,10	97,47
		PC-A3	41,85	9,28	24,98	58,54
		DT	40,63	9,25	26,31	60,11
	RETA OF	PC-A1	59,34	22,66	34,59	119,10
		PC-A3	46,30	11,86	28,63	72,64
		DT	45,81	11,99	25,83	67,25
	ZIGUE OA	PC-A1	49,40	14,88	33,63	90,99
		PC-A3	41,32	8,49	20,93	56,33
		DT	44,48	8,70	27,34	54,57
	ZIGUE OF	PC-A1	53,74	16,30	34,04	96,08
		PC-A3	44,94	9,02	28,24	59,38
		DT	46,32	8,61	29,05	61,33

Centro de pressão (CoP); Amplitude de deslocamento das direções anteroposterior (ACoPap); Amplitude de deslocamento das direções médio-lateral (ACoPml); Comprimento total do CoP (CoPcomp); Olho aberto (OA); Olho fechado (OF); Paralisia cerebral (PC); Desenvolvimento típico (DT); A1: Baseline; A3: Após 40^a sessão.

Tabela 6. Comparação do comportamento da ACoPap em diferentes grupos.

Comparação – ACoPap cm						
GRUPOS		GRUPOS	Dif. média	EP	z	<i>p</i>_{bonferroni}
DT	-	PC-A1	0,66	0,04	-7,05	<,001*
DT	-	PC-A3	0,76	0,04	-4,68	<,001*

Amplitude de deslocamento das direções anteroposterior (ACoPap); Desenvolvimento típico (DT); Paralisia cerebral (PC); A1: Baseline; A3: Após 40^a sessão; Modelo Linear Generalizado (GLM); centímetros (cm); *Dif: diferença; EP: erro padrão; (*: $p < 0,05$; *post-hoc* – Bonferroni); Modelo ajustado por idade, peso e gênero.

Tabela 7. Comparação do comportamento da ACoPml em diferentes grupos.

Comparação – ACoPml cm						
GRUPOS		GRUPOS	Dif. média	EP	z	<i>p</i>_{bonferroni}
DT	-	PC-A1	0,83	0,04	-3,88	<,001*
DT	-	PC-A3	0,92	0,04	-1,80	0,215

Amplitude de deslocamento das direções mediolateral (ACoPml); Desenvolvimento típico (DT); Paralisia cerebral (PC); A1: Baseline; A3: Após 40^a sessão; Modelo Linear Generalizado (GLM); centímetros (cm); Dif: diferença; EP: erro padrão; (*: $p < 0,05$; *post-hoc* – Bonferroni); Modelo ajustado por idade, peso e gênero.

Tabela 8. Comparação do comportamento do CoPcomp em diferentes grupos.

Comparação – CoPcomp cm²						
GRUPOS		GRUPOS	Dif. média	EP	z	<i>p</i>_{bonferroni}
DT	-	PC-A1	0,83	0,03	-4,40	<,001
DT	-	PC-A3	1,03	0,04	0,66	1,000

Comprimento total do CoP (CoPcomp); Olho aberto (OA); Olho fechado (OF); Desenvolvimento típico (DT); Paralisia cerebral (PC); A1: Baseline; A3: Após 40^a sessão; Modelo Linear Generalizado (GLM); centímetro quadrado (cm²); Dif: diferença; EP: erro padrão; (*: $p < 0,05$; *post-hoc* – Bonferroni); Modelo ajustado por idade, peso e gênero.

Tabela 9. Comparação do comportamento da ACoPml em diferentes tarefas em ambos os grupos.

Comparação – PC - ACoPml cm						
TAREFA		TAREFA	Dif. Média	EP	z	<i>p</i>_{bonferroni}
RETA OA	-	RETA OF	0,84	0,05	-3,14	0,010*
RETA OA	-	ZIGUE OA	0,88	0,05	-2,32	0,121
RETA OA	-	ZIGUE OF	0,82	0,05	-3,56	0,002*
RETA OF	-	ZIGUE OA	1,05	0,06	0,82	1,000
RETA OF	-	ZIGUE OF	0,98	0,05	-0,42	1,000

ZIGUE OA	-	ZIGUE OF	0,93	0,05	-1,24	1,000
----------	---	----------	------	------	-------	-------

Paralisia cerebral (PC); Amplitude de deslocamento das direções mediolateral (ACoPml); Olho aberto (OA); Olho fechado (OF); Paralisia cerebral (PC); Desenvolvimento típico (DT); centímetros (cm); *: grupo* tarefa (*: $p < 0,05$; *post-hoc* – Bonferroni); Dif: diferença; EP: erro padrão; Modelo ajustado por idade, peso e gênero.

5 DISCUSSÃO

5.1 Estudo 1

O principal objetivo deste estudo foi investigar os efeitos de 40 sessões de Equoterapia sobre equilíbrio postural estático e desempenho funcional de crianças com PC. Os resultados demonstraram melhora consistente no equilíbrio postural estático em todas as quatro condições avaliadas (olhos abertos/fechados, superfície estável/instável). A análise comparativa entre os seis momentos de avaliação ao longo das sessões evidenciou uma redução progressiva no deslocamento do CoP, indicando maior estabilidade postural. No que se refere ao desempenho funcional, os testes mTUG e 1MTW, utilizados para avaliar, respectivamente, a mobilidade funcional básica e a capacidade de marcha, apresentaram melhorias relevantes. Houve redução do tempo de execução do mTUG, refletindo um melhor equilíbrio postural dinâmico, e aumento da distância percorrida no 1MTW, o que sugere melhora da capacidade funcional de locomoção em curto intervalo de tempo.

Com relação ao desempenho funcional, os testes mTUG e 1MTW revelaram diferenças estatísticas e clinicamente significativas entre os momentos A1 e A6, com mudanças já notadas a partir da A2 (após a 8ª sessão), as crianças com PC apresentaram redução no tempo de execução do mTUG, refletindo melhor equilíbrio postural dinâmico, e aumento na distância percorrida no 1MTW, o que sugere melhora da capacidade funcional de locomoção em um curto intervalo de tempo. Esses achados estão alinhados com os de Hassani et al. (2014), que, ao investigarem 219 crianças com PC espástica bilateral (GMFCS níveis I a III), demonstraram valores mínimos de mudança clinicamente importante (MCID) para esses mesmos testes. Nossos resultados não apenas corroboram essa evidência, mas também destacam melhorias contínuas ao longo das avaliações bimestrais. A Equoterapia mostrou-se eficaz em reduzir o tempo no mTUG e ampliar a distância percorrida no 1MTW, evidenciando ganhos relevantes na mobilidade funcional. Apesar de ser escassa a literatura que utiliza o 1MTW em protocolos de Equoterapia, Silkwood-Sherer & McGibbon (2022) relataram efeitos positivos na capacidade de marcha após 12 semanas de tratamento, corroborando nossos achados de melhoria significativa ao longo das 40 sessões. Assim, sugerimos que ambos os testes – mTUG e 1MTW – sejam utilizados como medidas de avaliação funcional em estudos sobre Equoterapia em crianças com PC.

Especificamente no equilíbrio postural em posição sentada, observou-se uma redução significativa da oscilação do CoP nas quatro variáveis mensuradas, tanto nas condições de olhos fechados sobre superfície estável (OF/SE) quanto sobre superfície instável (OF/SI). Essa evolução ocorreu de forma gradativa ao longo do tratamento, indicando que a prática

continuada da Equoterapia exerce impacto positivo sobre o equilíbrio postural nessa posição. Esses achados corroboram estudos anteriores (Moraes et al., 2020; Moraes et al., 2016), os quais também identificaram melhorias após 36 sessões. Entretanto, o presente estudo se diferencia por adotar avaliações no decorrer do tratamento e incluir um número de 40 sessões, permitindo a observação de uma tendência progressiva de melhoria, com evidências de mudanças a partir da 16ª sessão. Além disso, as maiores diferenças entre os momentos avaliativos ocorreram na condição de olhos fechados e superfície instável (OF/SI), indicando que a manipulação do sistema somatossensorial e visual requer maior esforço adaptativo, promovendo ajustes posturais mais significativos.

Quanto ao equilíbrio postural em pé, foram observadas melhorias nas condições de olhos abertos e superfície estável (OA/SE) e instável (OA/SI) entre os momentos A1 e A6 (baseline x após 40 sessões), com redução na oscilação do CoP. No entanto, essas diferenças não foram estatisticamente significativas, possivelmente em razão de um efeito platô – fenômeno comum na reabilitação neurológica, em que os ganhos funcionais se tornam mais sutis após certo ponto da intervenção. Em contraste, nas condições mais desafiadoras (OF/SE e OF/SI), os dados indicaram melhorias progressivas, com diferenças estatisticamente significativas entre os momentos de avaliação, destacando a condição de olhos fechados e superfície instável (OF/SI) como a mais sensível à detecção de adaptações posturais. Isso reforça a relevância do uso de tarefas mais complexas para detectar mudanças, que desafiem os sistemas visual, vestibular e somatossensorial de forma simultânea (Horak, 2006a; Anne Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Anne Shumway-Cook et al., 2010).

Nesse contexto, a Equoterapia reafirma seu papel como intervenção terapêutica baseada nos princípios da neuroplasticidade e da aprendizagem motora. Estudos anteriores já indicaram sua contribuição para o aprimoramento da coordenação motora, estratégias de controle postural e promoção da independência funcional em crianças com PC (Silkwood-Sherer et al., 2012; Sterba, 2007; Zadnikar & Kastrin, 2011). Nossos dados reforçam que, embora a terapia seja realizada na posição sentada, seus efeitos transferem-se para a postura em pé, a qual naturalmente demanda maior controle motor e sensorial – aspectos frequentemente prejudicados em crianças com PC (Bertoti, 1988; Pavão et al., 2013; Woollacott & Shumway-Cook, 2005a). Até o presente momento, este estudo é pioneiro na avaliação do equilíbrio em pé como desfecho da Equoterapia em crianças com PC, preenchendo uma lacuna na literatura e fornecendo evidências iniciais promissoras para esse campo de reabilitação.

A interpretação desses resultados deve-se considerar a maturação sensorial das crianças menores (4-6 anos), pois ainda apresentavam integração vestibular e somatossensorial

incompleta, dependendo mais da visão para controlar o equilíbrio (Rinaldi; Polastri; Barela, 2009; Sá et al., 2018). Em crianças mais velhas (9-14 anos), a integração de múltiplos sistemas sensoriais permite ajustes posturais mais eficientes e respostas adaptativas mais rápidas às perturbações impostas pelas tarefas, explicando parcialmente as diferenças de desempenho entre idade e condições de desafio sensorial (Rinaldi; Polastri; Barela, 2009; Sá et al., 2018).

Na presente investigação, observou-se modulação do tônus, diminuindo a espasticidade dos flexores plantares bilateralmente após a intervenção, sugerindo possível modulação do tônus muscular associada à prática continuada da Equoterapia. Estudos prévios também relataram diminuição da espasticidade após programas de Equoterapia em crianças com PC, embora a maioria tenha identificado mudanças principalmente nos músculos adutores de quadril (Alemdaroğlu et al., 2016; Antunes et al., 2016; Lucena-Antón; Rosety-Rodríguez; Moral-Munoz, 2018; Reubens; Silkwood-Sherer, 2016). Em conjunto, esses achados sugerem que os estímulos sensorio-motores gerados pelo movimento cíclico e repetitivo do cavalo podem influenciar diferentes grupos musculares envolvidos no controle postural e na estabilidade durante a prática (Antunes et al., 2016). Durante a Equoterapia, ajustes constantes de tornozelo, joelho e quadril são necessários para estabilizar o tronco sobre o cavalo, o que pode explicar por que diferentes estudos identificam mudanças em distintos grupos musculares.

Os resultados positivos observados podem estar relacionados ao movimento tridimensional e rítmico do cavalo, que estimula reações posturais automáticas por meio de ajustes contínuos do tronco em resposta às mudanças do centro de gravidade (Janura et al., 2009). Essas reações refletem um treinamento de equilíbrio dinâmico, promovendo funcionalidade, sobretudo na posição sentada (Casady & Nichols-Larsen, 2004; Sterba, 2007). Estudos mostram que sessões repetidas de Equoterapia promovem não apenas melhorias no equilíbrio postural e na adaptação motora, mas também ganhos funcionais que se estendem para atividades diárias, participação social e autonomia (Heussen & Häusler, 2022; Moraes et al., 2020; Peia et al., 2023). Embora diversas abordagens intensivas demonstrem benefícios em crianças com PC, os resultados aqui apresentados corroboram a Equoterapia como uma estratégia terapêutica complementar eficaz e promissora na reabilitação em crianças com PC.

5.2 Estudo 2

O principal objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de um programa de 40 sessões de Equoterapia no equilíbrio postural dinâmico em diferentes tarefas de uma sessão de Equoterapia em crianças com PC, comparando seus resultados ao desempenho de crianças com DT com experiência prévia em equitação. Além disso, buscou-se investigar as mudanças no desempenho

funcional como desfecho complementar. Os achados demonstraram melhorias significativas tanto no equilíbrio dinâmico quanto no desempenho funcional nas crianças com PC ao longo do programa.

Especificamente, observou-se redução no deslocamento do comprimento do centro de pressão (CoPcomp) durante montaria clássica, nas tarefas de olhos abertos (OA) em linha reta, olhos fechados (OF) em linha reta e OF em zigue-zague, indicando maior estabilidade postural dinâmica após as intervenções. Inicialmente (A1), crianças com PC apresentavam oscilações mais acentuadas nos parâmetros dinâmicos do CoP (LengthCoP e ACoPml) em comparação às crianças DT. No entanto, após 40 sessões de Equoterapia, os valores entre os grupos tornaram-se semelhantes, sugerindo uma redução nos déficits de controle postural dinâmico nas crianças com PC.

Tais resultados corroboram estudos anteriores que relatam aumento no equilíbrio após intervenções com Equoterapia. Janura et al. (2009) identificaram diminuição da instabilidade do CoP em mulheres adultas inexperientes em equitação após apenas cinco sessões, indicando que o aprimoramento do equilíbrio está relacionado à exposição e familiaridade com o movimento do cavalo. O padrão rítmico, recíproco e tridimensional do movimento equino favorece o aprendizado motor, especialmente o procedural, que depende de estruturas como os gânglios da base e o cerebelo (Kandel et al., 2021). Considerando que crianças com PC espástica frequentemente preservam essas regiões (Préel et al., 2019), a Equoterapia pode representar uma via alternativa eficaz para a aquisição de habilidades posturais, por meio de prática repetitiva e diversificada envolvendo a demanda dos sistemas vestibular, visual e somatossensorial.

Os resultados também indicam que a amplitude de oscilação do CoP nas direções ântero-posterior (ACoPap) e médio-lateral (ACoPml) foi inicialmente maior nas crianças com PC em comparação às com DT, achado compatível com a literatura (Clayton et al., 2011). Contudo, após 40 sessões, essas oscilações foram significativamente reduzidas, aproximando-se dos valores do grupo controle. Esse progresso pode ser atribuído à adaptação neuromuscular e ao aumento do tônus postural, especialmente em regiões como pelve e coxas, frequentemente envolvidas na estabilização durante o movimento do cavalo (Janura et al., 2009). Tais adaptações indicam que a prática contínua proporciona não apenas o ganho funcional, mas também suporte empírico às bases teóricas da Equoterapia (Clayton et al., 2011; Flores et al., 2019).

Quanto ao desempenho funcional, crianças com PC demonstraram incrementos significativos nos testes de RPT e PBS. A melhoria no RPT foi evidente nos alcances anterior,

lateral esquerdo e direito, resultado que pode ser parcialmente atribuído às tarefas de alcance realizadas durante as sessões, como tocar partes do cavalo ou posicionar argolas, promovendo deslocamentos ativos do tronco. Essas estratégias, descritas na Tarefa 10 do protocolo de intervenção, estimularam o controle postural em diferentes planos, favorecendo o ganho de mobilidade funcional. Embora poucos estudos tenham utilizado o RPT no contexto da Equoterapia, sua validade e confiabilidade para crianças com PC já foram documentadas (Bartlett & Birmingham, 2003; Gan et al., 2008).

As melhorias observadas na PBS após 40 sessões também estão em consonância com a literatura (Kwon et al., 2011a; Silkwood-Sherer et al., 2012; Silkwood-Sherer & McGibbon, 2022). A prática intensiva e variada, exigida pela manutenção do equilíbrio sobre o cavalo em movimento, favorece o desenvolvimento do controle postural antecipatório e reativo. Além disso, a Equoterapia promove um ambiente desafiador e engajador, que estimula a resolução ativa de demandas posturais, além de potencializar os sistemas sensoriais envolvidos no controle do equilíbrio.

As crianças mais novas apresentaram maior dificuldade nas condições de OF, devido à imaturidade da integração sensorial vestibular e somatossensorial (Rival, Ceyte, & Olivier, 2005; Sá et al., 2018). Já as crianças mais velhas mostraram desempenho mais eficiente, evidenciando que a maturação gradual dos sistemas sensórios favorece respostas adaptativas mais rápidas a perturbações complexas. O movimento rítmico, tridimensional e recíproco do cavalo favorece a aprendizagem procedural, apoiando-se em estruturas preservadas em crianças com PC, como gânglios da base e cerebelo (Kandel et al., 2021; Préal et al., 2019). Evidências biomecânicas indicam que as características da tarefa durante a equoterapia modulam o controle postural. Flores, Dagnese e Copetti (2019) demonstraram que o aumento da velocidade do cavalo amplia o deslocamento do centro de pressão, refletindo maior demanda de ajustes posturais. Da mesma forma, superfícies menos estáveis aumentam as oscilações mediolaterais, impondo maior desafio à estabilização. Esses achados ajudam a interpretar as diferenças observadas entre as tarefas analisadas no presente estudo.

Adicionalmente, evidências sugerem que o foco em pistas externas — como manter-se sobre o cavalo — é mais eficaz para o aprendizado motor do que o foco em sensações internas (Chiviacowsky, Wulf, & Wally, 2010; Wulf et al., 2003). Esse aspecto reforça a eficácia da Equoterapia como estratégia para promover ganhos funcionais transferíveis às atividades da vida diária. Por fim, os resultados deste estudo destacam o papel da Equoterapia como uma abordagem promissora na reabilitação de crianças com PC. A intervenção promoveu melhorias significativas no equilíbrio postural dinâmico e funcional, com evolução progressiva ao longo

das sessões. Notavelmente, após 40 sessões, crianças com PC apresentaram desempenho semelhante ao de seus pares com DT, evidenciando o potencial da Equoterapia como ferramenta complementar à reabilitação convencional.

6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Apesar dos achados relevantes, este estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Primeiramente, o delineamento do estudo não conta com randomização nem grupo controle, o que pode limitar a generalização dos achados, embora tenha sido realizada uma comparação pontual com crianças com DT no estudo 2. Outra limitação diz respeito à heterogeneidade da amostra, em termos de topografia, níveis de GMFCS e idade, embora compatível com estudos clínicos em populações com PC, pode ter influenciado a variabilidade das respostas à intervenção. Por fim, por se tratar de um estudo longitudinal com crianças de 4 a 14 anos de idade, a influência do crescimento e da maturação não pode ser desprezada na interpretação dos resultados.

7 IMPLICAÇÕES CLÍNICAS

Os resultados deste estudo oferecem importantes contribuições para a prática clínica em reabilitação neurológica pediátrica. A evidência de que a Equoterapia promove ganhos significativos no equilíbrio postural – tanto estático quanto dinâmico – e no desempenho funcional em crianças com PC reforça sua aplicabilidade como intervenção complementar às abordagens tradicionais. A melhoria progressiva observada ao longo das 40 sessões sugere que a continuidade e a frequência da intervenção são fatores críticos para sua eficácia. Além disso, a aproximação dos padrões de controle postural das crianças com PC em relação às TD após o programa indica o potencial da Equoterapia para mitigar déficits motores e funcionais. O uso de atividades estruturadas, que desafiam o controle postural em diferentes condições, mostra-se especialmente útil para promover respostas adaptativas e estimular os sistemas sensoriais envolvidos na manutenção do equilíbrio. Dessa forma, a Equoterapia pode ser considerada uma estratégia terapêutica válida e recomendada no planejamento de programas de reabilitação voltados a crianças com PC, com foco tanto em ganhos motores quanto em maior participação funcional.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, os dois estudos apresentados demonstram que a Equoterapia, ao longo de um programa estruturado de 40 sessões, promove melhorias clinicamente relevantes no equilíbrio postural estático e dinâmico, bem como no desempenho funcional de crianças com PC. Os achados indicam que essas melhorias são progressivas e podem se aproximar dos níveis observados em crianças com DT, evidenciando a plasticidade motora existente mesmo diante de quadros neurológicos complexos. As estratégias propostas durante a intervenção – baseadas em prática repetitiva, estímulo multissensorial e foco externo de atenção – parecem favorecer a reorganização funcional dos sistemas de controle postural. Ainda que haja algumas limitações metodológicas, os resultados obtidos fortalecem o corpo de evidências sobre a eficácia da Equoterapia como abordagem terapêutica complementar na reabilitação de crianças com PC.

REFERÊNCIAS

- Alemdaroğlu, E., Yanıkoğlu, İ., Öken, Ö., Uçan, H., Ersöz, M., Köseoğlu, B. F., & Kapıcıoğlu, M. İ. S. (2016). Horseback riding therapy in addition to conventional rehabilitation program decreases spasticity in children with cerebral palsy: A small sample study. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 23, 26–29. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2016.02.002>
- Antunes, F. N., Pinho, A. S. do, Kleiner, A. F. R., Salazar, A. P., Eltz, G. D., de Oliveira Junior, A. A., Pagnussat, A. S. (2016). Different horse's paces during hippotherapy on spatio-temporal parameters of gait in children with bilateral spastic cerebral palsy: A feasibility study. *Research in Developmental Disabilities*, 59, 65–72. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.07.015>
- Assaiante, C. (1998). Development of locomotor balance control in healthy children. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 22(4), 527–532. [https://doi.org/10.1016/s0149-7634\(97\)00040-7](https://doi.org/10.1016/s0149-7634(97)00040-7)
- Assaiante, Christine, Mallau, S., Viel, S., Jover, M., & Schmitz, C. (2005). Development of postural control in healthy children: A functional approach. *Neural Plasticity*, 12(2–3), 109–118; discussion 263-272. <https://doi.org/10.1155/NP.2005.109>
- Bartlett, D., & Birmingham, T. (2003). Validity and Reliability of a Pediatric Reach Test: *Pediatric Physical Therapy*, 15(2), 84–90. <https://doi.org/10.1097/01.PEP.0000067885.63909.5C>
- Bax, M., Goldstein, M., Rosenbaum, P., Leviton, A., Paneth, N., Dan, B., ... Executive Committee for the Definition of Cerebral Palsy. (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47(8), 571–576. <https://doi.org/10.1017/s001216220500112x>
- Bertoti, D. B. (1988). Effect of therapeutic horseback riding on posture in children with cerebral palsy. *Physical Therapy*, 68(10), 1505–1512.
- Bohannon, R. W., & Smith, M. B. (1987). Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Physical Therapy*, 67(2), 206–207. <https://doi.org/10.1093/ptj/67.2.206>

- Casady, R. L., & Nichols-Larsen, D. S. (2004). The effect of hippotherapy on ten children with cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy: The Official Publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association*, 16(3), 165–172.
<https://doi.org/10.1097/01.PEP.0000136003.15233.0C>
- Cherng, R. J., Liao, H. F., Leung, H. W. C., & Hwang, A. W. (2004). The Effectiveness of Therapeutic Horseback Riding in Children with Spastic Cerebral Palsy. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 21(2), 103–121. <https://doi.org/10.1123/apaq.21.2.103>
- Chiviacowsky, S., Wulf, G., & Wally, R. (2010). An external focus of attention enhances balance learning in older adults. *Gait & Posture*, 32(4), 572–575.
<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.08.004>
- Clayton, Hilary M., Kaiser, L. J., de Pue, B., & Kaiser, L. (2011). Center-of-pressure movements during equine-assisted activities. *The American Journal of Occupational Therapy: Official Publication of the American Occupational Therapy Association*, 65(2), 211–216.
<https://doi.org/10.5014/ajot.2011.000851>
- Clayton, Hilary Mary. (1995). *Comparison of the stride kinematics of the collected, medium, and extended walks in horses*. <https://doi.org/10.2460/ajvr.1995.56.07.849>
- Cohen, J. (2013). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Academic Press.
- Corrêa, J. C. F., Corrêa, F. I., Franco, R. C., & Bigongiari, A. (2007). Corporal oscillation during static biped posture in children with cerebral palsy. *Electromyography and Clinical Neurophysiology*, 47(3), 131–136.
- Cumberworth, V. L., Patel, N. N., Rogers, W., & Kenyon, G. S. (2007). The maturation of balance in children. *The Journal of Laryngology and Otology*, 121(5), 449–454.
<https://doi.org/10.1017/S0022215106004051>
- Da Costa, C. S. N., Pavão, S. L., Visicato, L. P., De Campos, A. C., & Rocha, N. A. C. F. (2019). Effects of sensory manipulations on the dynamical structure of center-of-pressure trajectories of children with cerebral palsy during sitting. *Human Movement Science*, 63, 1–9.
<https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.11.003>
- Dan, B., Rosenbaum, P., Carr, L., Gough, M., Coughlan, J., & Nweke, N. (2026). Updated description of cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*. <https://doi.org/10.1111/dmcn.70149>
- de Melo, M. B., Daldegan-Bueno, D., Menezes Oliveira, M. G., & de Souza, A. L. (2022). Beyond ANOVA and MANOVA for repeated measures: Advantages of generalized estimated equations and generalized linear mixed models and its use in neuroscience research. *The European Journal of Neuroscience*, 56(12), 6089–6098. <https://doi.org/10.1111/ejn.15858>
- Dhote, S. N., Khatri, P. A., & Ganvir, S. S. (2012). Reliability of “Modified timed up and go” test in children with cerebral palsy. *Journal of Pediatric Neurosciences*, 7(2), 96–100.
<https://doi.org/10.4103/1817-1745.102564>
- Donahoe-Fillmore, B., Turner, D., & Worrell, T. (1994). The Use of Functional Reach as a Measurement of Balance in Boys and Girls Without Disabilities Ages 5 to 15 Years. *Pediatric Physical Therapy*, 6. Recuperado de https://ecommons.udayton.edu/dpt_fac_pub/84
- Donaldson, M. C., Holter, A. M., Neuhoff, S., Arnosky, J. A., Simpson, B. W., Vernon, K., ... DesJardins, J. D. (2019). The Translation of Movement From the Equine to Rider With Relevance for Hippotherapy. *Journal of Equine Veterinary Science*, 77, 125–131.
<https://doi.org/10.1016/j.jevs.2019.02.017>

- Donker, S. F., Ledebt, A., Roerdink, M., Savelsbergh, G. J. P., & Beek, P. J. (2008). Children with cerebral palsy exhibit greater and more regular postural sway than typically developing children. *Experimental Brain Research*, *184*(3), 363–370. <https://doi.org/10.1007/s00221-007-1105-y>
- Duarte, M., & Freitas, S. M. S. F. (2010). Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, *14*, 183–192. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552010000300003>
- Duncan, P. W., Weiner, D. K., Chandler, J., & Studenski, S. (1990). Functional Reach: A New Clinical Measure of Balance. *Journal of Gerontology*, *45*(6), M192–M197. <https://doi.org/10.1093/geronj/45.6.M192>
- Eek, M. N., Blomkvist, A., Olsson, K., Lindh, K., & Himmelmann, K. (2022). Objective measurement of sitting – Application in children with cerebral palsy. *Gait & Posture*, *96*, 210–215. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2022.05.039>
- Espindula, A. P., Assis, I. S. A. D., Simões, M., Ribeiro, M. F., Ferreira, A. A., Ferraz, P. F., ... Teixeira, V. D. P. A. (2014). Material de montaria para equoterapia em indivíduos com síndrome de Down: Estudo eletromiográfico. *ConScientiae Saúde*, *13*(3), 349–356. <https://doi.org/10.5585/conssaude.v13n3.4939>
- Espindula, A. P., Simões, M., Assis, I. S. A. D., Fernandes, M., Ferreira, A. A., Ferraz, P. F., ... Teixeira, V. D. P. A. (2013a). Análise eletromiográfica durante sessões de equoterapia em praticantes com paralisia cerebral. *ConScientiae Saúde*, *11*(4), 668–676. <https://doi.org/10.5585/conssaude.v11n4.3276>
- Fernández-Gutiérrez, C., Apolo-Arenas, M. D., Martínez-García, Y., & Caña-Pino, A. (2015). Efectos de la hipoterapia en la estabilidad postural en parálisis cerebral infantil: A propósito de un caso clínico. *Fisioterapia (Madr., Ed. impr.)*, 135–139. Recuperado de <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ibc-138411>
- Flores, Fabiana M., Dagnese, F., Mota, C. B., & Copetti, F. (2015). Parameters of the center of pressure displacement on the saddle during hippotherapy on different surfaces. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, *19*, 211–217. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0090>
- Flores, Fabiana Moraes, Dagnese, F., & Copetti, F. (2019). Do the type of walking surface and the horse speed during hippotherapy modify the dynamics of sitting postural control in children with cerebral palsy? *Clinical Biomechanics*, *70*, 46–51. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2019.07.030>
- Forsberg, H., & Hirschfeld, H. (1994). Postural adjustments in sitting humans following external perturbations: Muscle activity and kinematics. *Experimental Brain Research*, *97*(3), 515–527. <https://doi.org/10.1007/BF00241545>
- Franjoine, M. R., Darr, N., Young, B., McCoy, S. W., & LaForme Fiss, A. (2022). Examination of the effects of age, sex, and motor ability level on balance capabilities in children with cerebral palsy GMFCS levels I, II, III and typical development using the Pediatric Balance Scale. *Developmental Neurorehabilitation*, *25*(2), 115–124. <https://doi.org/10.1080/17518423.2021.1943033>
- Franjoine, M. R., Gunther, J. S., & Taylor, M. J. (2003). Pediatric balance scale: A modified version of the berg balance scale for the school-age child with mild to moderate motor impairment. *Pediatric Physical Therapy: The Official Publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association*, *15*(2), 114–128. <https://doi.org/10.1097/01.PEP.0000068117.48023.18>
- Gan, S.-M., Tung, L.-C., Tang, Y.-H., & Wang, C.-H. (2008). Psychometric properties of functional balance assessment in children with cerebral palsy. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, *22*(6), 745–753. <https://doi.org/10.1177/1545968308316474>

- Garner, B. A., & Rigby, B. R. (2015). Human pelvis motions when walking and when riding a therapeutic horse. *Human Movement Science, 39*, 121–137. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.06.011>
- Graham, H. K., Rosenbaum, P., Paneth, N., Dan, B., Lin, J.-P., Damiano, D. L., ... Lieber, R. L. (2016). Cerebral palsy. *Nature Reviews. Disease Primers, 2*, 15082. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2015.82>
- Hassani, S., Krzak, J. J., Johnson, B., Flanagan, A., Gorton, G., Bagley, A., ... Oeffinger, D. (2014). One-Minute Walk and modified Timed Up and Go tests in children with cerebral palsy: Performance and minimum clinically important differences. *Developmental Medicine and Child Neurology, 56*(5), 482–489. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12325>
- Hennig, V. E., Luís da Silva, A., Zanetti, M. S., & Copetti, F. (2024). Changes in trunk postural control with different types of mounts with relevance for hippotherapy. *Journal of Bodywork and Movement Therapies, 40*, 486–492. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2024.04.057>
- Heussen, N., & Häusler, M. (2022). Equine-Assisted Therapies for Children With Cerebral Palsy: A Meta-analysis. *Pediatrics, 150*(1), e2021055229. <https://doi.org/10.1542/peds.2021-055229>
- Himmelmann, K., Ahlin, K., Jacobsson, B., Cans, C., & Thorsen, P. (2011). Risk factors for cerebral palsy in children born at term. *Acta Obstetrica Et Gynecologica Scandinavica, 90*(10), 1070–1081. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0412.2011.01217.x>
- Hirabayashi, S., & Iwasaki, Y. (1995). Developmental perspective of sensory organization on postural control. *Brain & Development, 17*(2), 111–113. [https://doi.org/10.1016/0387-7604\(95\)00009-z](https://doi.org/10.1016/0387-7604(95)00009-z)
- Horak, F. B. (2006a). Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing, 35*(suppl_2), ii7–ii11. <https://doi.org/10.1093/ageing/afl077>
- Hsu, Y.-S., Kuan, C.-C., & Young, Y.-H. (2009). Assessing the development of balance function in children using stabilometry. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, 73*(5), 737–740. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2009.01.016>
- Imms, C., Granlund, M., Wilson, P. H., Steenbergen, B., Rosenbaum, P. L., & Gordon, A. M. (2017). Participation, both a means and an end: A conceptual analysis of processes and outcomes in childhood disability. *Developmental Medicine and Child Neurology, 59*(1), 16–25. <https://doi.org/10.1111/dmcn.13237>
- Janura, M., Peham, C., Dvorakova, T., & Elfmark, M. (2009). An assessment of the pressure distribution exerted by a rider on the back of a horse during hippotherapy. *Human Movement Science, 28*(3), 387–393. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2009.04.001>
- John, C., Rahlf, A. L., Hamacher, D., & Zech, A. (2019). Influence of biological maturity on static and dynamic postural control among male youth soccer players. *Gait & Posture, 68*, 18–22. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.10.036>
- Jr, B. G. J., Ag, F. de O., Sa, C., Kg, J., & Lv, B. M. (2020). Neuromuscular activation analysis of the trunk muscles during hippotherapy sessions. *Journal of Bodywork and Movement Therapies, 24*(3). <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.02.029>
- Ju, Y.-H., You, J.-Y., & Cherng, R.-J. (2010). Effect of task constraint on reaching performance in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities, 31*(5), 1076–1082. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2010.04.001>

- Kandel, E. R., Koester, J., Mack, S., & Siegelbaum, S. (Org.). (2021). *Principles of neural science* (Sixth edition). New York: McGraw Hill.
- Kang, H., Jung, J., & Yu, J. (2012). Effects of Hippotherapy on the Sitting Balance of Children with Cerebral Palsy: A Randomized Control Trial. *Journal of Physical Therapy Science*, 24(9), 833–836. <https://doi.org/10.1589/jpts.24.833>
- Ketelaar, M., Vermeer, A., & Helders, P. J. (1998). Functional motor abilities of children with cerebral palsy: A systematic literature review of assessment measures. *Clinical Rehabilitation*, 12(5), 369–380. <https://doi.org/10.1191/026921598673571117>
- Kleim, J. A., & Jones, T. A. (2008). Principles of experience-dependent neural plasticity: Implications for rehabilitation after brain damage. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 51(1), S225-239. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2008/018\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2008/018))
- Kovačević, M., Krasnik, R., Mikov, A., Mikić, D., Zvekić-Svorcan, J., Vukliš, D., ... Đelić, M. (2024). Factors Affecting Balance Performance in Adolescents. *Children (Basel, Switzerland)*, 11(4), 436. <https://doi.org/10.3390/children11040436>
- Kwon, J.-Y., Chang, H. J., Lee, J. Y., Ha, Y., Lee, P. K., & Kim, Y.-H. (2011a). Effects of Hippotherapy on Gait Parameters in Children With Bilateral Spastic Cerebral Palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92(5), 774–779. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.11.031>
- Kwon, J.-Y., Chang, H. J., Yi, S.-H., Lee, J. Y., Shin, H.-Y., & Kim, Y.-H. (2015). Effect of hippotherapy on gross motor function in children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Journal of Alternative and Complementary Medicine (New York, N.Y.)*, 21(1), 15–21. <https://doi.org/10.1089/acm.2014.0021>
- Lee, C.-W., Kim, S. G., & Na, S. S. (2014a). The effects of hippotherapy and a horse riding simulator on the balance of children with cerebral palsy. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(3), 423–425. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.423>
- Lightsey, P., Lee, Y., Krenek, N., & Hur, P. (2021). Physical therapy treatments incorporating equine movement: A pilot study exploring interactions between children with cerebral palsy and the horse. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 18(1), 132. <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00929-w>
- Lopes, G. H. R., & de David, A. C. (2013). *Posturography in the analysis of postural control in children with cerebral palsy: A literature review*.
- Lucena-Antón, D., Rosety-Rodríguez, I., & Moral-Munoz, J. A. (2018). Effects of a hippotherapy intervention on muscle spasticity in children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 31, 188–192. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2018.02.013>
- Luzum, N. R., Severyn, A. M. H., Cassidy, G., & DesJardins, J. D. (2023). Biomechanical comparison of human trunk and thigh muscle activity during walking and horseback riding activity. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 36, 386–392. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2023.05.017>
- Maćków, A., Małachowska-Sobieska, M., Demczuk-Włodarczyk, E., Sidorowska, M., Szklarska, A., & Lipowicz, A. (2014). Influence of Neurophysiological Hippotherapy on the Transference of the Centre of Gravity Among Children with Cerebral Palsy. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*, 16(6), 581–593. <https://doi.org/10.5604/15093492.1135048>
- MacPhail, H. E. A., Edwards, J., Golding, J., Miller, K., Mosier, C., & Zwiers, T. (1998). Trunk Postural Reactions in Children with and Without Cerebral Palsy During Therapeutic Horseback

- Riding: *Pediatric Physical Therapy*, 10(4), 143-147. <https://doi.org/10.1097/00001577-199801040-00002>
- Magro Borigato, E. V., Scofano Dias, B. L., Imamura, E. U., de Oliveira, S. B., Pires Arci, E. C., de Carvalho, A. L., ... SARAH Pediatric Rehabilitation Team. (2025). Paralisia cerebral no Brasil: Um estudo multicêntrico, transversal, e descritivo. *Developmental Medicine and Child Neurology*. <https://doi.org/10.1111/dmcn.70095>
- Mallau, S., Vaugoyeau, M., & Assaiante, C. (2010). Postural strategies and sensory integration: No turning point between childhood and adolescence. *PloS One*, 5(9), e13078. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013078>
- Mancini, M. C., Fiúza, P. M., Rebelo, J. M., Magalhães, L. C., Coelho, Z. A. C., Paixão, M. L., ... Fonseca, S. T. (2002). Comparação do desempenho de atividades funcionais em crianças com desenvolvimento normal e crianças com paralisia cerebral. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 60(2B), 446–452. <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2002000300020>
- Mancini, M., Schaper, C., & Figueiredo, E. (2004). Gravidade da paralisia cerebral e desempenho funcional. *Rev Bras Fisioter*, 8.
- Martakis, K., Stark, C., Rehberg, M., Semler, O., Duran, I., & Schoenau, E. (2020). One-Minute Walk Test in Children with Cerebral Palsy GMFCS Level 1 and 2: Reference Values to Identify Therapeutic Effects after Rehabilitation. *Developmental Neurorehabilitation*, 23(4), 201–209. <https://doi.org/10.1080/17518423.2019.1625981>
- Martín-Valero, R., Vega-Ballón, J., & Perez-Cabezas, V. (2018). Benefits of hippotherapy in children with cerebral palsy: A narrative review. *European Journal of Paediatric Neurology: EJPN: Official Journal of the European Paediatric Neurology Society*, 22(6), 1150–1160. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2018.07.002>
- McCollum, G., Shupert, C. L., & Nashner, L. M. (1996). Organizing sensory information for postural control in altered sensory environments. *Journal of Theoretical Biology*, 180(3), 257–270. <https://doi.org/10.1006/jtbi.1996.0101>
- McCullough, N., Parkes, J., Kerr, C., & McDowell, B. C. (2013). The health of children and young people with cerebral palsy: A longitudinal, population-based study. *International Journal of Nursing Studies*, 50(6), 747–756. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2011.01.011>
- McDowell, B. C., Humphreys, L., Kerr, C., & Stevenson, M. (2009). Test-retest reliability of a 1-min walk test in children with bilateral spastic cerebral palsy (BSCP). *Gait & Posture*, 29(2), 267–269. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2008.09.010>
- McDowell, B. C., Kerr, C., Parkes, J., & Cosgrove, A. (2005). Validity of a 1 minute walk test for children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 47(11), 744–748. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2005.tb01071.x>
- Menezes, K. M., Graup, S., Farias, M. S. de, David, A. C. de, Mota, C. B., & Copetti, F. (2019). ACELERAÇÕES NA INTERFACE CAVALO-CAVALEIRO: REPERCUSSÕES PARA A HIPOTERAPIA. *Journal of Physical Education*, 30, e3049. <https://doi.org/10.4025/jphyseduc.v30i1.3049>
- Moraes, A. G., Copetti, F., Ângelo, V. R., Chiavoloni, L., & de David, A. C. (2020). Hippotherapy on postural balance in the sitting position of children with cerebral palsy—Longitudinal study. *Physiotherapy Theory and Practice*, 36(2), 259–266. <https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1484534>

- Moraes, A. G., Copetti, F., Angelo, V. R., Chiavoloni, L. L., & David, A. C. (2016). The effects of hippotherapy on postural balance and functional ability in children with cerebral palsy. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(8), 2220–2226. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.2220>
- Moraes, A. G., Silva, M., Copetti, F., Abreu, A. C., & David, A. C. de. (2015). Equoterapia no controle postural e equilíbrio em indivíduos com paralisia cerebral: Revisão sistemática. *Revista Neurociências*, 23(4), 546–554. <https://doi.org/10.34024/rnc.2015.v23.7981>
- Mutoh, T., Mutoh, T., Kurosaki, H., & Taki, Y. (2023). Effects of Hippotherapy on Health-Related Quality of Life in Caregivers of Children with Cerebral Palsy: A Pilot Quasi-Experimental Study in Japan. *Healthcare*, 11(24), 3175. <https://doi.org/10.3390/healthcare11243175>
- Mutoh, T., Mutoh, T., Tsubone, H., Takada, M., Doumura, M., Ihara, M., ... Ihara, M. (2019). Effect of hippotherapy on gait symmetry in children with cerebral palsy: A pilot study. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 46(5), 506–509. <https://doi.org/10.1111/1440-1681.13076>
- Nakaya, L., Mazzitelli, C., & Sá, C. dos S. C. de. (2013). Comparação do Equilíbrio de Crianças com Paralisia Cerebral e Crianças com Desenvolvimento Motor Normal. *Revista Neurociências*, 21(4), 510–519. <https://doi.org/10.34024/rnc.2013.v21.8138>
- Nicolini-Panisson, R. D., & Donadio, M. V. F. (2014). Normative values for the Timed ‘Up and Go’ test in children and adolescents and validation for individuals with Down syndrome. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 56(5), 490–497. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12290>
- Niznik, T., Turner, D., & Worrell, T. (2009). Functional Reach as a Measurement of Balance for Children with Lower Extremity Spasticity. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*, 15. https://doi.org/10.1300/J006v15n03_01
- Novak, I., Jackman, M., Finch-Edmondson, M., & Fahey, M. (2025). Cerebral palsy. *The Lancet*, 406(10499), 174–188. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(25\)00686-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(25)00686-5)
- Novak, I., McIntyre, S., Morgan, C., Campbell, L., Dark, L., Morton, N., ... Goldsmith, S. (2013). A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: State of the evidence. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 55(10), 885–910. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12246>
- Novak, I., Morgan, C., Adde, L., Blackman, J., Boyd, R. N., Brunstrom-Hernandez, J., ... Badawi, N. (2017). Early, Accurate Diagnosis and Early Intervention in Cerebral Palsy: Advances in Diagnosis and Treatment. *JAMA Pediatrics*, 171(9), 897–907. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2017.1689>
- Novak, I., Morgan, C., Fahey, M., Finch-Edmondson, M., Galea, C., Hines, A., ... Badawi, N. (2020). State of the Evidence Traffic Lights 2019: Systematic Review of Interventions for Preventing and Treating Children with Cerebral Palsy. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, 20(2), 3. <https://doi.org/10.1007/s11910-020-1022-z>
- Odding, E., Roebroeck, M. E., & Stam, H. J. (2006). The epidemiology of cerebral palsy: Incidence, impairments and risk factors. *Disability and Rehabilitation*, 28(4), 183–191. <https://doi.org/10.1080/09638280500158422>
- Oskoui, M., Coutinho, F., Dykeman, J., Jetté, N., & Pringsheim, T. (2013). An update on the prevalence of cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 55(6), 509–519. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12080>
- Paillard, T., & Noé, F. (2015). Techniques and Methods for Testing the Postural Function in Healthy and Pathological Subjects. *BioMed Research International*, 2015, 1–15. <https://doi.org/10.1155/2015/891390>

- Palisano, R., Rosenbaum, P., Walter, S., Russell, D., Wood, E., & Galuppi, B. (1997). Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *39*(4), 214–223. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1997.tb07414.x>
- Paniccia, M., Wilson, K. E., Hunt, A., Keightley, M., Zabjek, K., Taha, T., ... Reed, N. (2017). Postural Stability in Healthy Child and Youth Athletes: The Effect of Age, Sex, and Concussion-Related Factors on Performance. *Sports Health*, *10*(2), 175–182. <https://doi.org/10.1177/1941738117741651>
- Patel, D. R., Neelakantan, M., Pandher, K., & Merrick, J. (2020). Cerebral palsy in children: A clinical overview. *Translational Pediatrics*, *9*(S1), S125–S135. <https://doi.org/10.21037/tp.2020.01.01>
- Pavão, Silvia L., Santos, A. N., Oliveira, A. B., & Rocha, N. A. C. F. (2015). Postural control during sit-to-stand movement and its relationship with upright position in children with hemiplegic spastic cerebral palsy and in typically developing children. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, *19*, 18–25. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0069>
- Pavão, Silvia Leticia, Dos Santos, A. N., de Oliveira, A. B., & Rocha, N. A. C. F. (2014). Functionality level and its relation to postural control during sitting-to-stand movement in children with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, *35*(2), 506–511. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.11.028>
- Pavão, Sílvia Leticia, Dos Santos, A. N., Woollacott, M. H., & Rocha, N. A. C. F. (2013). Assessment of postural control in children with cerebral palsy: A review. *Research in Developmental Disabilities*, *34*(5), 1367–1375. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.01.034>
- Pavão, Sílvia Leticia, Silva, F. P. D. S., Savelsbergh, G. J. P., & Rocha, N. A. C. F. (2015). Use of Sensory Information During Postural Control in Children With Cerebral Palsy: Systematic Review. *Journal of Motor Behavior*, *47*(4), 291–301. <https://doi.org/10.1080/00222895.2014.981498>
- Peia, F., Veiga, N. C., Gomes, A. P., Santos, B. N. D., Marques, N. M. S., Glória, I. P. D. S., & Goulardins, J. B. (2023). Effects of Hippotherapy on Postural Control in Children With Cerebral Palsy: A Systematic Review. *Pediatric Physical Therapy: The Official Publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association*, *35*(2), 202–210. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000999>
- Peterka, R. J. (2002). Sensorimotor integration in human postural control. *Journal of Neurophysiology*, *88*(3), 1097–1118. <https://doi.org/10.1152/jn.2002.88.3.1097>
- Préel, M., Rackauskaite, G., Larsen, M. L., Laursen, B., Lorentzen, J., Born, A. P., ... Høei-Hansen, C. E. (2019). Children with dyskinetic cerebral palsy are severely affected as compared to bilateral spastic cerebral palsy. *Acta Paediatrica (Oslo, Norway: 1992)*, *108*(10), 1850–1856. <https://doi.org/10.1111/apa.14806>
- Pressure Mapping | Tekscan. (s. d.). Recuperado 3 de outubro de 2025, de <https://www.tekscan.com/pressure-mapping>
- Prieto, A. V., Silva, F. C. D., Silva, R. da, Santos, J. A. T., & Filho, P. J. B. G. (2018). A equoterapia na reabilitação de indivíduos com paralisia cerebral: Uma revisão sistemática de ensaios clínicos/The hippotherapy in the rehabilitation of individuals with cerebral palsy: a systematic review of clinical trials. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional*, *26*(1), 207–218. <https://doi.org/10.4322/2526-8910.ctoAR1067>

- Proske, U., & Gandevia, S. C. (2012). The proprioceptive senses: Their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiological Reviews*, *92*(4), 1651–1697. <https://doi.org/10.1152/physrev.00048.2011>
- Rachwani, J., Santamaria, V., Saavedra, S. L., & Woollacott, M. H. (2015). The development of trunk control and its relation to reaching in infancy: A longitudinal study. *Frontiers in Human Neuroscience*, *8*. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00094>
- Raymakers, J. A., Samson, M. M., & Verhaar, H. J. J. (2005). The assessment of body sway and the choice of the stability parameter(s). *Gait & Posture*, *21*(1), 48–58. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2003.11.006>
- Reubens, R., & Silkwood-Sherer, D. J. (2016). Intervention for an Adolescent With Cerebral Palsy During Period of Accelerated Growth. *Pediatric Physical Therapy: The Official Publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association*, *28*(1), 117–125. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000223>
- Riach, C. L., & Hayes, K. C. (1987). Maturation of postural sway in young children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *29*(5), 650–658. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1987.tb08507.x>
- Ribeiro, M. F., Espindula, A. P., Bevilacqua Júnior, D. E., Tolentino, J. A., Silva, C. F. R. D., Araújo, M. F., ... Teixeira, V. D. P. A. (2018). Activation of lower limb muscles with different types of mount in hippotherapy. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, *22*(1), 52–56. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.03.020>
- Ribeiro, M. F., Espindula, A. P., Lage, J. B., Bevilacqua Júnior, D. E., Diniz, L. H., Mello, E. C. de, ... Teixeira, V. de P. A. (2019). Analysis of the electromiographic activity of lower limb and motor function in hippotherapy practitioners with cerebral palsy. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, *23*(1), 39–47. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.12.007>
- Ries, L. G. K., Michaelsen, S. M., Soares, P. S. A., Monteiro, V. C., & Allegretti, K. M. G. (2012). Cross-cultural adaptation and reliability analysis of the Brazilian version of Pediatric Balance Scale (PBS). *Brazilian Journal of Physical Therapy*, *16*(3), 205–215. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552012005000026>
- Rigby, B. R., & Grandjean, P. W. (2016). The Efficacy of Equine-Assisted Activities and Therapies on Improving Physical Function. *Journal of Alternative and Complementary Medicine (New York, N.Y.)*, *22*(1), 9–24. <https://doi.org/10.1089/acm.2015.0171>
- Rinaldi, N. M., Polastri, P. F., & Barela, J. A. (2009). Age-related changes in postural control sensory reweighting. *Neuroscience Letters*, *467*(3), 225–229. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2009.10.042>
- Rival, C., Ceyte, H., & Olivier, I. (2005). Developmental changes of static standing balance in children. *Neuroscience Letters*, *376*(2), 133–136. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2004.11.042>
- Rosenbaum, P., & Gorter, J. W. (2012). The “F-words” in childhood disability: I swear this is how we should think! *Child: Care, Health and Development*, *38*(4), 457–463. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2214.2011.01338.x>
- Rosenbaum, Peter, Paneth, N., Leviton, A., Goldstein, M., Bax, M., Damiano, D., ... Jacobsson, B. (2007). A report: The definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Developmental Medicine and Child Neurology. Supplement*, *109*, 8–14.
- Sá, C. D. S. C. de, Boffino, C. C., Ramos, R. T., & Tanaka, C. (2018). Development of postural control and maturation of sensory systems in children of different ages a cross-sectional study. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, *22*(1), 70–76. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2017.10.006>

- Sadowska, M., Sarecka-Hujar, B., & Kopyta, I. (2020). Cerebral Palsy: Current Opinions on Definition, Epidemiology, Risk Factors, Classification and Treatment Options. *Neuropsychiatric Disease and Treatment, Volume 16*, 1505–1518. <https://doi.org/10.2147/NDT.S235165>
- Scoppa, F., Capra, R., Gallamini, M., & Shiffer, R. (2013). Clinical stabilometry standardization: Basic definitions--acquisition interval--sampling frequency. *Gait & Posture, 37*(2), 290–292. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.07.009>
- Seung Mi, Y., Ji Young, L., Hye Yeon, S., Yun Sik, S., & Jeong Yi, K. (2019). Factors Influencing Motor Outcome of Hippotherapy in Children with Cerebral Palsy. *Neuropediatrics, 50*(03), 170–177. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1685526>
- Shahiri, M. A., Arshi, A. R., Kazemi, A., & Cooper, V. (2020). Kinesiological Description of Hippotherapy as a Treatment Modality. *International Journal of Engineering, 33*(11), 2347–2355. <https://doi.org/10.5829/ije.2020.33.11b.25>
- Shim, D., Park, D., Yoo, B., Choi, J.-O., Hong, J., Choi, T. Y., ... Rha, D.-W. (2022). Evaluation of sitting and standing postural balance in cerebral palsy by center-of-pressure measurement using force plates: Comparison with clinical measurements. *Gait & Posture, 92*, 110–115. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.11.024>
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. (2000). Attentional demands and postural control: The effect of sensory context. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences, 55*(1), M10-16. <https://doi.org/10.1093/gerona/55.1.m10>
- Shumway-Cook, Anne, & Woollacott, M. H. (2007). *Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Shumway-Cook, Anne, Woollacott, M. H., & Chaim, M. C. B. (2010). *Controle motor: Teoria e aplicações práticas* (2. ed.-). Barueri: Manole.
- Shurtleff, T. L., Standeven, J. W., & Engsberg, J. R. (2009). Changes in dynamic trunk/head stability and functional reach after hippotherapy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 90*(7), 1185–1195. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.01.026>
- Silkwood-Sherer, D. J., Killian, C. B., Long, T. M., & Martin, K. S. (2012). Hippotherapy--an intervention to habilitate balance deficits in children with movement disorders: A clinical trial. *Physical Therapy, 92*(5), 707–717. <https://doi.org/10.2522/ptj.20110081>
- Silkwood-Sherer, D. J., & McGibbon, N. H. (2022). Can hippotherapy make a difference in the quality of life of children with cerebral palsy? A pragmatic study. *Physiotherapy Theory and Practice, 38*(3), 390–400. <https://doi.org/10.1080/09593985.2020.1759167>
- Silva, M. A. B., Lupianhes, A. F. G., Lage, J. B., Sande, L. A. P., Rosa, R. C., Lombardi, L. A., & Espindula, A. P. (2021). Electromyographic analysis of muscle activation of the trunk and lower limbs during human gait and hippotherapy using different ride mount materials. *Journal of Bodywork and Movement Therapies, 27*, 507–511. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.02.013>
- Sparto, P. J., Redfern, M. S., Jasko, J. G., Casselbrant, M. L., Mandel, E. M., & Furman, J. M. (2006). The influence of dynamic visual cues for postural control in children aged 7-12 years. *Experimental Brain Research, 168*(4), 505–516. <https://doi.org/10.1007/s00221-005-0109-8>
- Starling, J. M. P., Gontijo, A. P. B., Sampaio, R. F., Mambrini, J. V. de M., Fonseca, S. T. da, & Mancini, M. C. (2021). Hippotherapy: Benefits in children with cerebral palsy with application of the Rehabilitation Treatment Taxonomy / Equoterapia: benefícios em crianças com paralisia cerebral com

- a aplicação da taxonomia de tratamento em reabilitação. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(2), 2520–2540. <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n2-078>
- Steindl, R., Kunz, K., Schrott-Fischer, A., & Scholtz, A. W. (2006). Effect of age and sex on maturation of sensory systems and balance control. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48(6), 477–482. <https://doi.org/10.1017/S0012162206001022>
- Sterba, J. A. (2007). Does horseback riding therapy or therapist-directed hippotherapy rehabilitate children with cerebral palsy? *Developmental Medicine and Child Neurology*, 49(1), 68–73. <https://doi.org/10.1017/s0012162207000175.x>
- Stergiou, A. N., Ploumis, A., Kamtsios, S., Markozannes, G., Christodoulou, P., & Varvarousis, D. N. (2025a). Effects of Equine-Assisted Therapy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 14(11), 3731. <https://doi.org/10.3390/jcm14113731>
- Stergiou, A., Tzoufi, M., Ntzani, E., Varvarousis, D., Beris, A., & Ploumis, A. (2017). Therapeutic Effects of Horseback Riding Interventions: A Systematic Review and Meta-analysis. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 96(10), 717–725. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000726>
- Stins, J. F., Ledebt, A., Emck, C., van Dokkum, E. H., & Beek, P. J. (2009). Patterns of postural sway in high anxious children. *Behavioral and Brain Functions : BBF*, 5, 42. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-5-42>
- Sun, Y., Hurd, C. L., Barnes, M. M., & Yang, J. F. (2022). Neural Plasticity in Spinal and Corticospinal Pathways Induced by Balance Training in Neurologically Intact Adults: A Systematic Review. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, 921490. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.921490>
- Surveillance of Cerebral Palsy in Europe. (2000). Surveillance of cerebral palsy in Europe: A collaboration of cerebral palsy surveys and registers. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE). *Developmental Medicine and Child Neurology*, 42(12), 816–824. <https://doi.org/10.1017/s0012162200001511>
- Szopa, A., & Domagalska-Szopa, M. (2024). Postural Stability in Children with Cerebral Palsy. *Journal of Clinical Medicine*, 13(17), 5263. <https://doi.org/10.3390/jcm13175263>
- Tegegne, K. T. (2023). Determinants of cerebral palsy in children: Systematic review. *Sudanese Journal of Paediatrics*, 23(2), 126–144. <https://doi.org/10.24911/SJP.106-1670589241>
- The world health organization international classification of functioning, disability, and health: A model to guide clinical thinking, practice and research in the field of cerebral palsy. (2004). *Seminars in Pediatric Neurology*, 11(1), 5–10. <https://doi.org/10.1016/j.spen.2004.01.002>
- Tsai, C.-L., & Wu, S.-K. (2008). Relationship of Visual Perceptual Deficit and Motor Impairment in Children with Developmental Coordination Disorder. *Perceptual and Motor Skills*, 107(2), 457–472. <https://doi.org/10.2466/pms.107.2.457-472>
- Uchiyama, H., Ohtani, N., & Ohta, M. (2011). Three-dimensional analysis of horse and human gaits in therapeutic riding. *Applied Animal Behaviour Science*, 135(4), 271–276. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.10.024>
- Verbecque, E., Vereeck, L., & Hallemans, A. (2016). Postural sway in children: A literature review. *Gait & Posture*, 49, 402–410. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.08.003>
- Vidal, A., Fernandes, J. M. G. D. A., Gutierrez, I. C. D. R., Silva, F. C. D., Silva, R., & Gutierrez Filho, P. J. B. (2021). Effects of weekly hippotherapy frequency on gross motor function and functional

performance of children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Motricidade*, Vol. 17 (2021): Motricidade. <https://doi.org/10.6063/MOTRICIDADE.23847>

Viruega, H., Gaillard, I., Carr, J., Greenwood, B., & Gaviria, M. (2019). Short- and Mid-Term Improvement of Postural Balance after a Neurorehabilitation Program via Hippotherapy in Patients with Sensorimotor Impairment after Cerebral Palsy: A Preliminary Kinetic Approach. *Brain Sciences*, 9(10), 261. <https://doi.org/10.3390/brainsci9100261>

Vuillerme, N., & Pinsault, N. (2007). Re-weighting of somatosensory inputs from the foot and the ankle for controlling posture during quiet standing following trunk extensor muscles fatigue. *Experimental Brain Research*, 183(3), 323–327. <https://doi.org/10.1007/s00221-007-1047-4>

Wang, T.-N., Tseng, M.-H., Wilson, B. N., & Hu, F.-C. (2009). Functional performance of children with developmental coordination disorder at home and at school. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 51(10), 817–825. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2009.03271.x>

Williams, E. N., Carroll, S. G., Reddihough, D. S., Phillips, B. A., & Galea, M. P. (2005). Investigation of the timed “up & go” test in children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47(8), 518–524. <https://doi.org/10.1017/s0012162205001027>

Williams, E. N., Carroll, S. G., Reddihough, D. S., Phillips, B. A., & Galea, M. P. (2007). Investigation of the timed ‘Up & Go’ test in children. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 47(8), 518–524. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2005.tb01185.x>

Winter, L., Huang, Q., Sertic, J. V. L., & Konczak, J. (2022). The Effectiveness of Proprioceptive Training for Improving Motor Performance and Motor Dysfunction: A Systematic Review. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, 3, 830166. <https://doi.org/10.3389/fresc.2022.830166>

Wood, W. H., & Fields, B. E. (2021). Hippotherapy: A systematic mapping review of peer-reviewed research, 1980 to 2018. *Disability and Rehabilitation*, 43(10), 1463–1487. <https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1653997>

Woollacott, M. H., & Shumway-Cook, A. (2005a). Postural dysfunction during standing and walking in children with cerebral palsy: What are the underlying problems and what new therapies might improve balance? *Neural Plasticity*, 12(2–3), 211–219; discussion 263–272. <https://doi.org/10.1155/NP.2005.211>

Wulf, G., Weigelt, M., Poulter, D., & McNevin, N. (2003). Attentional focus on suprapostural tasks affects balance learning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology. A, Human Experimental Psychology*, 56(7), 1191–1211. <https://doi.org/10.1080/02724980343000062>

Yan, S., Park, S. H., Dee, W., Keefer, R., Rojas, A.-M., Rymer, W. Z., & Wu, M. (2024). Trunk postural reactions to the force perturbation intensity and frequency during sitting astride in children with cerebral palsy. *Experimental Brain Research*, 242(1), 275–293. <https://doi.org/10.1007/s00221-023-06744-0>

Yi, S.-H., Hwang, J., Kim, S., & Kwon, J.-Y. (2012). Validity of Pediatric Balance Scales in Children with Spastic Cerebral Palsy. *Neuropediatrics*, 43(06), 307–313. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1327774>

Yu, Z., Guindani, M., Grieco, S. F., Chen, L., Holmes, T. C., & Xu, X. (2022). Beyond t test and ANOVA: Applications of mixed-effects models for more rigorous statistical analysis in neuroscience research. *Neuron*, 110(1), 21–35. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2021.10.030>

Zadnikar, M., & Kastrin, A. (2011). Effects of hippotherapy and therapeutic horseback riding on postural control or balance in children with cerebral palsy: A meta-analysis. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 53(8), 684–691. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2011.03951.x>

Zanini, G., Cemin, N. F., & Peralles, S. N. (2009). PARALISIA CEREBRAL: Causas e prevalências. *Fisioterapia em Movimento (Physical Therapy in Movement)*, 22(3). Recuperado de <https://periodicos.pucpr.br/fisio/article/view/19461>

APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE TERMO DE ASSENTIMENTO

Convidamos o(a) senhor(a) e o seu(sua) filho(a) a participarem do estudo: **"Influência da equoterapia no equilíbrio postural, na marcha e no desempenho funcional em crianças com Paralisia Cerebral"**, sob responsabilidade da pesquisadora Nabéle de Moraes Meincke.

O objetivo dessa pesquisa é verificar se a equoterapia é capaz de promover alterações positivas no equilíbrio postural, na marcha e na funcionalidade de pessoas com paralisia cerebral, sendo justificada pela necessidade de ampliar a comprovação dos efeitos da equoterapia para esta população.

O(a) senhor(a), _____, representante legal, e o(a) participante receberão todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhes asseguramos que o nome do(a) participante não aparecerá, sendo mantido o mais rigoroso sigilo através da omissão total de quaisquer informações que permitam não identificá-lo(a).

A participação nesta pesquisa será por meio de teste de equilíbrio postural, testes funcionais e marcha, que serão realizados antes do início da prática de equoterapia (avaliação 1), na 8ª sessão (avaliação 2), na 16ª sessão (avaliação 3), 24ª sessão (avaliação 4), 32ª sessão (avaliação 5) e 40ª sessão (avaliação 6).

Para tanto, serão utilizados: (1) a plataforma de força AMTI com o(a) participante posicionado(a) da maneira que lhe for possível, podendo ser em pé ou na posição sentada, com duração de 20s; (2) o Teste de alcance pediátrico (RPT), que tem como objetivo avaliar a capacidade da postura dinâmica sentada, quando cada participante terá que realizar movimentos com os braços e manter a posição por 3 segundos; (3) o Teste de 1 minuto (1MWT), que consiste no andar o mais rápido possível (correr não será permitido), em uma distância de 40m, durante o período de 1 min; (4) a escala de equilíbrio pediátrica (PBS), com tempo total de 15 minutos, com itens que solicitem manter o corpo em uma posição específica por um tempo curto; (5) o Time up and go modificado (mTUG), que consiste na criança levantar de uma cadeira, caminhar por 3 metros, dar a volta e caminhar para sentar na cadeira novamente; (6) a Escala de Ashworth modificada (MAS), onde cada criança será examinada deitada em decúbito dorsal, em uma posição relaxada. Esses testes serão realizados no mesmo espaço onde são feitas as sessões de equoterapia e terão duração total de aproximadamente 60 minutos. A ordem de realização dos testes será aleatória.

Antes da realização dos testes acima descritos, os participantes farão avaliações com os profissionais de medicina, fisioterapia, psicologia e assistente social no Centro de Equoterapia onde farão os atendimentos conforme procedimento de rotina nos Centros de Equoterapia.

O atendimento em equoterapia utilizará cavalos devidamente treinados e profissionais formados e qualificados para trabalhar em equoterapia. Cada atendimento terá um auxiliar-guia experiente para cuidar e guiar o cavalo. Os profissionais conduzirão toda a sessão permanecendo ao lado do cavalo para posicionar o praticante, executar as atividades propostas e proporcionar a segurança necessária. Serão realizadas 40 sessões com intensidade de 1 vez por semana, de 30 minutos conforme protocolo de atendimento pré-estabelecido.

Concomitantemente será realizada outra pesquisa que tem por objetivo avaliar as respostas do controle postural dinâmico nas sessões de equoterapia. Este trabalho é importante pois irá produzir novos conhecimentos e permitirá uma melhor compreensão dos movimentos oportunizados pelo cavalo durante a prática da equoterapia para assim auxiliar na tomada de decisão da equipe, para a preparação do protocolo de intervenção, bem como para a evolução do tratamento.

A realização desta atividade ocorrerá em dia de atendimento. Durante este procedimento, será pedido que a criança faça alguns dos exercícios que são realizados durante as sessões de equoterapia. Por isso, será colocado sobre o cavalo um tapete de mensuração de pressão, que estará posicionado em cima do material de montaria, que nesse caso será a manta. Este equipamento não irá interferir em nada na sua montaria e também não apresenta nenhum risco.

A coleta de dados deste equipamento será feita com o cavalo andando ao passo nas seguintes atividades: linha reta, que servirá como nossa linha de base, com olhos abertos e fechados, zigue-zague com olhos abertos e olhos fechados, tudo isso no terreno de areia.



2

Será pedido que a criança faça essas atividades três vezes, para mensuração dos dados. A criança terá um auxiliar guia e um fisioterapeuta treinado e capacitado para dar segurança em todo o tempo de coleta. Essas avaliações serão realizadas no local habitual de tratamento com equoterapia e em horários individuais, nos seguintes momentos: A1: baseline; A2: na 20ª sessão e A3: na 40ª sessão. Também será coletado um grupo de crianças com desenvolvimento típico experientes com a prática com o cavalo, pareadas pelo sexo e pela idade das crianças com PC, esse grupo será coletado em apenas um dia em horário e data a combinar com seus responsáveis, nas mesmas condições já mencionadas nesse parágrafo.

Caso seu(sua) filho(a) nunca teve atendimento com equoterapia ou andou a cavalo, todas as sessões serão realizadas em um centro de equoterapia com profissionais e animais treinados para tal. Inicialmente precisaremos realizar a mensuração do seu peso corporal e estatura do seu(sua) filho(a). Para estas medidas utilizaremos uma balança e uma fita métrica. Estas medidas corporais serão realizadas em uma sala previamente preparada para a coleta e com privacidade. Informamos que o(a) senhor(a) pode se recusar a responder qualquer questão ou não permitir que o(a) participante realize qualquer procedimento que cause constrangimento, podendo inclusive desistir de participar da pesquisa em qualquer momento, sem nenhum prejuízo para o(s) seu(sua) filha. A participação no projeto é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração, porém, caso algo aconteça, o(a) senhor(a) terá a garantia de indenização por eventuais danos decorrentes da pesquisa e garantia de ressarcimento de despesas. Os resultados da pesquisa serão divulgados na Ande-Brasil, podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais utilizados na pesquisa ficarão sob a guarda da Instituição responsável.

Como as pesquisas vêm mostrando, espera-se encontrar melhoria no equilíbrio postural, marcha e desempenho funcional de pessoas com paralisia cerebral após a prática de equoterapia, o que constitui o benefício desse projeto. Além disso, poderemos colaborar para o desenvolvimento de pesquisas, já que estamos utilizando equipamentos apropriados para analisar o equilíbrio e assim permitir também que outras crianças com paralisia cerebral se beneficiem dessa terapia de modo ainda mais comprovado. A pesquisa apresenta como risco a queda durante as avaliações, que será evitada com a familiarização dos testes e com profissionais acompanhando o momento de avaliação, oferecendo segurança necessária. Outro risco é a possibilidade de queda do cavalo, onde serão tomadas as seguintes providências: os cavalos utilizados na pesquisa serão dóceis e terão as características apropriadas, além de serem treinados por profissionais que conhecem bem o cavalo (equitadores). Cada atendimento contará com 2 profissionais que estarão juntos com o paciente para oferecer segurança e executar o protocolo proposto, além de auxiliar-guia experiente para conduzir o cavalo. Será fornecido seguro financiado pela Ande-Brasil e utilização de ambulância em caso de acidente.

Se o(a) senhor(a) tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para a responsável Natiêle de Moraes Meincke, por meio do telefone (55) 99604-0369 ou (61) 981251896, podendo ser ligação a cobrar a qualquer horário ou pelo e-mail natiele.meincke@hotmail.com. Também poderá entrar em contato com Comitê de Ética em Pesquisa da FS, UnB – CEP/FS-UnB; Endereço: Faculdade de Ciências da Saúde Campus Darcy Ribeiro Universidade de Brasília, Brasília, DF, CEP: 70.904-970, através do telefone: (61) 3107-1947 nos horários 10h às 12h e 13h30 às 15h30 ou pelos e-mails: cepf@unb.br e/ou cepf@unb@gmail.com.


Este documento foi elaborado em duas vias, onde uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o responsável pelo(a) participante. Como o TCLE tem mais de uma página, além da assinatura ao final, será necessária uma rubrica na primeira folha.

Assinatura dos pais/responsáveis _____

Natiêle de Moraes Meincke _____
Pesquisadora Responsável

Brasília, _____ de _____ de 202 _____

APÊNDICE 2 – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

 **UnB** Faculdade de Educação Física

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TALE

Venha andar a cavalo conosco!



Vamos ajudar você a montar no cavalo.

Você vai ter sempre alguém para te ajudar.



Você vai fazer diversas atividades.



E também ajudar a cuidar do cavalo.

Lembre-se:



Marque: SIM




ou

NÃO



APÊNDICE 3 – REGISTRO BRASILEIRO DE ENSAIOS CLÍNICOS

BRASIL

 **ReBEC**
Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos

Estudo publicado

RBR-534ppvp Effects of one-year treatment of Equine-Assisted Therapy in children with Cerebral Palsy
Data de registro: 31/07/2023 (dd/mm/yyyy)
Última data de aprovação: 16/11/2023 (dd/mm/yyyy)

Tipo de estudo:

Intervenções

Título científico:

APÊNDICE 4 – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS DA FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UNB)



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Influência da equoterapia no equilíbrio postural, na marcha e no desempenho funcional em crianças com Paralisia Cerebral

Pesquisador: Alexandre Luiz Gonçalves de Rezende

Área Temática:

Versão: 5

CAAE: 19732819.3.0000.0030

Instituição Proponente: Faculdade de Educação Física - UnB

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.003.457

Apresentação do Projeto:

Conforme documento "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_2040368_E2.pdf", postado em 13/03/2023:

"Desenho:

pré experimental com medidas repetidas (antes, durante e depois)."

"Resumo:

A paralisia cerebral (PC) é uma desordem crônica do tônus, do movimento e da postura resultante de um dano causado ao cérebro imaturo e pela influência que essa lesão exerce na maturação neurológica, ocorrido seja por fatores pré, peri ou pós-natais. A equoterapia utiliza o cavalo como recurso cinesioterapêutico o que contribui para o desenvolvimento biopsicossocial de pessoas com deficiência. O movimento tridimensional do cavalo é usado para melhorar a postura, o equilíbrio, a marcha e o desenvolvimento em geral. O presente estudo avalia os efeitos da prática de equoterapia para o desenvolvimento do equilíbrio corporal, da marcha e do desempenho funcional, de 4 a 14 anos de idade;

APÊNDICE 5 – TERMO DE ANUÊNCIA DA INSTITUIÇÃO



ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE EQUOTERAPIA - ANDE-BRASIL
CNPJ: 26.410.800/0001-97

- Fundada em 10 de maio de 1989, entidade civil, de caráter filantrópico.
- Certificação de Entidade Beneficente de Assistência Social – CEBAS.
- Registrada no Conselho de Assistência Social do Distrito Federal.
- Reconhecida pela Sociedade Brasileira de Medicina Física e Reabilitação – DF.
- Registrada no Conselho dos Direitos da Criança e do Adolescente/DF.
- Membro Pleno da RETI.

Eu, Jorge Dornelles Passamani, Presidente da Associação Nacional de Equoterapia- ANDE- BRASIL, abaixo assinado, autorizo a realização dos estudos **“Influência de um ano de equoterapia no equilíbrio postural e no desempenho funcional em crianças com paralisia cerebral”**, parte de um estudo principal intitulado **“Influência da equoterapia no equilíbrio postural, na marcha e do desempenho funcional em crianças com Paralisia Cerebral”** aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da UnB, CAAE 19732819.3.0000.0030, número do projeto 6.003.457. Este estudo será conduzido pelas pesquisadoras Ana Cristina de Davide Natiêle de Moraes Meincke da Universidade de Brasília.

Fui informado, pelos responsáveis do estudo, sobre as características e objetivos da pesquisa, bem como das atividades que serão realizadas na instituição a qual represento.

Esta instituição está ciente de suas responsabilidades como instituição co-participante do presente projeto de pesquisa e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infra-estrutura necessária para agarrância de tal segurança e bem-estar.

Brasília, 01 de novembro de 2022.

JORGE DORNELLES
PASSAMANI:2364255643
4

Assinado de forma digital
por JORGE DORNELLES
PASSAMANI:236425564
34Dados: 2022.10.17
11:30:10 -03'00'

Jorge Dornelles Passamani
Presidente da ANDE-
Brasil

APÊNDICE 6 – ARTIGO ACEITO - *Brazilian Journal of Motor Behavior*



Research article



Long-term impact of hippotherapy on postural balance and functional performance in children with cerebral palsy

NATIELE M. MEINCKE¹ | ANDREA G. MORAES¹ | FERNANDO COPETTI² | ANA C. DAVID¹

¹ Department of Physical Education - Laboratory of Human Motion Analysis, University of Brasilia, Brasilia – DF

² Center of Physical Education and Sports, Federal University of Santa Maria, Brazil

Correspondence to: Natiele de Moraes Meincke
Sgan 910, Asa Norte, Apto 103, Bloco D, Zip code: 70790104, Brasilia – DF, Brazil
Phone: +55 996040369
email: natiele.meincke@hotmail.com
<https://doi.org/10.20338/bjmb.v20i1.513>

HIGHLIGHTS

- Hippotherapy improves static balance after 16th sessions in children with CP
- Functional performance improves as early as the 8th session of hippotherapy
- Long-term hippotherapy promotes progressive postural and functional gains
- Sensorimotor stimulation during hippotherapy enhances postural control
- Hippotherapy is a valuable therapy for children with cerebral palsy

ABBREVIATIONS

1MTW	One-Minute Walk Test
ACoPap	Anteroposterior amplitude
ACoPml	Mediolateral amplitude
CI	Confidence interval
COP	Center of pressure
CP	Cerebral palsy
EC	Eyes closed
EO	Eyes open
ES	Effect size
FOS	Foam surface
FS	Firm surface
GEE	Generalized Estimating Equation
GMFCS	Gross Motor Function Classification System
LSD	Least significant difference
MAS	Modified Ashworth Scale
MCIDs	Minimal clinically important differences
mTUG	Modified Timed Up and Go
QIC	Quasi-likelihood under the independence model criterion
MB	Mixed breed
Vavg	Average velocity

PUBLICATION DATA

Received 12 09 2025
Accepted 18 02 2026
Published 11 03 2026

BACKGROUND: Although hippotherapy is considered an effective rehabilitation method for improving postural balance and mobility in children with cerebral palsy (CP), the evidence defining the dosage is still limited.

AIM: To evaluate the effects of 40 hippotherapy sessions on static balance and functional mobility in children with CP.

METHODS: A cohort study with 18 children with spastic CP (4–14 years), who completed forty weekly 30-minute sessions. Postural control was assessed using center of pressure (CoP) variables during sitting position with eye closed (EC) on a firm surface (FS) and foam surface (FoS), and standing position with eye open (EO) and EC on FS and FoS. Functional mobility was measured with the Modified Timed Up and Go (mTUG) and One-Minute Walk Test (1MTW). Assessments occurred at baseline (A1) and every eight weeks until post-intervention (A6). Data were analyzed using Generalized Estimating Equations with LSD post hoc.

RESULTS: Functional outcomes improved, both mTUG and 1MTW at A6 vs. A1 ($p = 0.001$). In sitting position (EC/FS), reductions occurred in anteroposterior amplitude (ACoPap) ($p = 0.021$) and velocity (Vavg) ($p = 0.002$). In sitting position (EC/FoS), decreases were found in mediolateral amplitude (ACoPml) ($p = 0.012$), ACoPap ($p = 0.007$), Vavg ($p = 0.011$), and area (Area95) ($p = 0.027$). In standing position (EC/FoS), ACoPml decreased ($p = 0.031$).

INTERPRETATION: Hippotherapy improved functional mobility from 8 and static balance from 16 sessions. These findings support hippotherapy as a long-term intervention to enhance postural control and functional mobility in children with CP.

KEYWORDS: Cerebral palsy | Hippotherapy | Static postural balance | Functional mobility

INTRODUCTION

Cerebral palsy (CP) is the most common cause of physical disability in childhood ^{1,2}, a condition characterized by motor and sensory impairments that hinder the acquisition of essential motor skills, birth prevalence is estimated at 1.6 per 1000 live births in high-income countries, while the current birth prevalence in low- and middle-income countries is higher ³. These motor and sensory impairments

affect multiple functional domains, and postural control is frequently compromised in children with CP, affecting functional mobility^{4,5}.

Several rehabilitation strategies aim to improve postural balance and functional mobility in children with CP⁴. Conventional physiotherapy, occupational therapy, and task-specific training are widely used to enhance mobility, coordination, and independence^{4,6}. By responding to the horse's dynamic movement, children practice adaptive postural adjustments and improve motor responses^{7,8}, while the horse's gait transmits locomotor and sensory impulses to the rider⁹. Hippotherapy has demonstrated effectiveness in improving postural balance, particularly in the sitting position¹⁰⁻¹³, and is valued by families for being engaging, enjoyable, and fostering emotional well-being^{14,15}.

Despite its clinical relevance, intervention protocols vary substantially in the literature, with protocols typically involving 12 to 16 sessions of hippotherapy⁸. Functional improvements have been reported after six sessions¹⁶, as eight^{17,18}, 10¹⁹, 12^{20,21}, and 16 sessions²². Regarding postural balance, benefits have been described after 12 and 24 sessions, and improved center of pressure (CoP) measures after 36 sessions^{11,12}. These findings indicate a broad range of 12 to 36 sessions across studies, with functional mobility improvements generally emerging earlier (from 6 to 16 sessions) and postural balance changes occurring later. The effects of extended intervention periods remain unclear.

There are many studies evaluating standing postural control under manipulated sensory conditions in children with CP²³, while hippotherapy studies frequently assess seated posture, dynamic balance, or functional mobility at pre and post-intervention. There is no information about their longitudinal modification during treatment. This study aimed to evaluate the effects of a 40-sessions protocol on postural balance in sitting and standing positions under different sensory conditions, and functional mobility in children with CP. We hypothesize that more sessions would reduce CoP displacement in static balance and enhance functional mobility. To our knowledge, while hippotherapy has been shown to improve gross motor function and sitting balance in children with CP²⁴, this is the first study to examine standing postural balance and functional mobility longitudinally.

METHODS

Study design

This cohort study was approved by the Ethics Committee (No. 6.003.457). Participation was voluntary, with written informed consent obtained from guardians and assent from the children. All assessments were conducted by the same evaluator, who was not involved in the intervention.

Participants

Participants presented unilateral or bilateral spastic involvement. All underwent comprehensive medical, physical, and psychological assessments to confirm eligibility. Inclusion criteria were a confirmed diagnosis of CP, ability to follow simple instructions, independent sitting, and $\geq 20^\circ$ hip abduction. Detailed participant characteristics are provided in Table 1. Exclusion criteria were uncorrected visual and/or auditory impairments and surgical procedures in the previous 12 months, or chemical neuromuscular within six months before or during the study. Participants engaged in a structured hippotherapy program.

Table 1. Participants' characteristics (n = 18)

Age (years)	7.7 \pm 2.5
Gender (male/female)	5/13
Weight (kg)	26.2 \pm 11.1
Height (m)	1.2 \pm 0.2
Topography, n (%)	
Unilateral	7 (38.8%)
Bilateral	11 (61.1%)
GMFCS, n (%)	
Level I	11 (61.1%)
Level II	2 (11.1%)
Level III	4 (22.2%)
Level IV	1 (5.5%)

Abbreviations. GMFCS: Gross Motor Function Classification System.

Note. Data are described in mean \pm standard deviation (SD); %: percentage.

Procedures

All participants had been receiving conventional therapies prior to study enrollment, which were maintained without changes throughout the intervention period and were not considered part of the study protocol (Figure 1).

Postural protocols

The balance parameters analyzed were derived from the CoP, using the AccuSway Plus force platform (Advanced Mechanical Technologies, Inc., Watertown, USA), which has dimensions of 50.2 cm in width, 50.2 cm in depth, and 4.5 cm in height, at an acquisition frequency of 100 Hz. Sensory conditions were randomized. In the sitting position, assessments were performed with eyes closed (EC), on firm surface (FS), corresponding to the force platform, and on foam surface (FoS). Children sat with their arms resting on their thighs. In the standing position, four conditions were tested: with eye open (EO), EC, and on FS and FoS surfaces. Foot positioning was standardized by maintaining a 2 cm distance between the medial malleoli to ensure consistent placement across trials. Participants stood barefoot with their arms relaxed alongside their body. For EO conditions, a visual target was positioned at eye level, 1 m away. Participants received the instruction "stay as still as possible", characterizing the task as static postural balance. Each condition was performed in three 20-second trials with a one-minute rest interval. The mean was used for data analysis. Variables CoP were analyzed: mediolateral amplitude (ACoPml); anteroposterior amplitude (ACoPap); average velocity (Vavg), and 95% ellipse area (Area95). Data were processed using Balance Clinic software (Advanced Mechanical Technologies, Inc), and filtered with a 10 Hz fourth-order low-pass filter.

Functional capacity protocols

Functional mobility was assessed using the modified Timed Up and Go (mTUG), and the One-Minute Walk Test (1MTW), as described by previous studies^{25,26}. The mTUG measures the time to rise from a chair, walk 3m, touch a designated point, return, and sit. In the 1MTW, children walked a 40-meter circular track as fast as possible for one minute without running. Three trials per test were performed with a one-minute rest interval between trials. For the mTUG, the outcome variable was time (seconds), and for the 1MTW, the outcome variable was distance (meters). The mean was used for data analysis.

Hippotherapy protocol

The protocol was conducted at the Hippotherapy Center, using five trained horses (mean wither height 1.43 ± 0.05 m; mean mass 378 ± 31.7 kg), all mixed breed (MB). Horses were equipped with blankets, straps, and stirrups, guided by experienced trainers and supervised by a physiotherapist. Considering that our protocol aimed to maximize sensorimotor stimulation and challenge trunk control, the blanket configuration was selected because it increases trunk displacement and neuromuscular demand during riding, as reported in recent studies^{27,28}. Each horse has a natural walking amplitude that generates different postural adjustments for the rider. Different walking patterns (collected, medium, and extended) produce distinct pelvic and trunk demands²⁹.

Core activities were consistent, but execution time and assistance were tailored individually³⁰. The physiotherapist oversaw all interventions, making clinical decisions and adjusting task intensity to each participant's needs. Detailed information on the hippotherapy

protocol is provided in the supplementary materials, specifically in supplementary material (file 1).

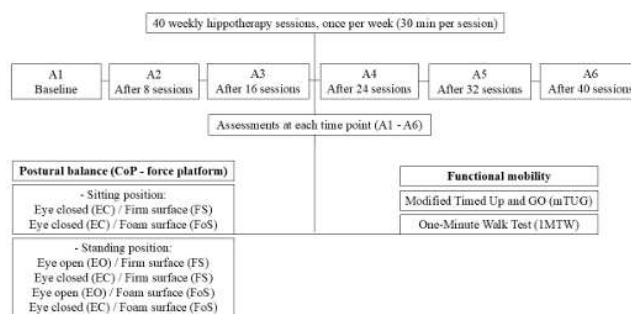


Figure 1. Experimental design.

Data Analysis and Statistics

Descriptive data are presented using mean \pm confidence interval (CI). The data did not meet normality assumptions (Shapiro-Wilk test). Therefore, a Generalized Estimating Equation (GEE) approach (with a Gamma distribution) was employed to assess the effects of the intervention on the outcome variables across six time points in children with CP. The model was adjusted for potential confounding variables, including age, sex, Gross Motor Function Classification System (GMFCS) level, topography classification, and Modified Ashworth Scale (MAS). Model selection was based on the Quasi-likelihood under the Independence model Criterion (QIC), with the lowest QIC values indicating the best model fit. When applicable, Fisher's least significant difference (LSD) post hoc test was used for pairwise comparisons.

Effect sizes (ES) were calculated using Cohen's *d*, with thresholds of 0.2 (small), 0.5 (medium), and > 0.8 (large) ³¹. To quantify the magnitude and direction of the intervention effect, delta change ($\Delta\%$) values were calculated as the difference between time points; thus, negative values indicate a reduction in the outcome measure. All statistical analyses were performed using SPSS software version 25, and the significance level was set at $p \leq 0.05$.

RESULTS

In Table 2, for 1MTW, a significant effect was observed (Wald = 139.75, GL = 5, $p < 0.001$). Post-hoc differences were A1 vs. A2, A1 vs. A3, A1 vs. A4, A1 vs. A5, A1 vs. A6, ($p \leq 0.01$ for all comparisons; ES = 4.00; CI 95% = 1.61 - 6.24), with additional differences A2 vs. A3 ($p < 0.001$), A2 vs. A4 ($p < 0.001$), A2 vs. A5 ($p = 0.002$), A2 vs. A6 ($p < 0.001$), A3 vs. A6 ($p = 0.004$), A4 vs. A6 ($p < 0.001$) and A5 vs. A6 ($p = 0.001$). These findings indicate progressive gains in walking capacity throughout the intervention (Table 2). For mTUG, time effect was significant (Wald = 125.46, GL = 5, $p < 0.001$), with differences A1 vs. A4, A1 vs. A5, A1 vs. A6, ($p < 0.001$ for all; ES = 5.62; CI 95% = 6.04 - 5.02). Other differences included: A2 vs. A5 ($p = 0.049$), A2 vs. A6 ($p = 0.003$), A3 vs. A5 ($p = 0.021$), A3 vs. A6 ($p < 0.001$), A4 vs. A5 ($p = 0.002$), A4 vs. A6 ($p < 0.001$), and A5 vs. A6 ($p < 0.001$). The reductions in mTUG time reflect gradual improvements in functional mobility, which consolidate over the final sessions (Table 2).

Table 2. Comparison of the functional mobility variables (mTUG and 1MWT) at different moments in children with CP.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Delta ($\Delta\%$)	P (1-6)
	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean		
	CI 95%	CI 95%	CI 95%	CI 95%	CI 95%	CI 95%		
mTUG (s)	14.30	13.46	12.38	10.67 ^c	10.07 ^{d,h,k,m}	8.15 ^{e,i,l,n,o}	-6.15 (-43.0)	<0.001*
	11.69-16.91	8.30-18.63	8.59-16.17	8.41-12.93	7.61-12.53	6.31-9.99		
1MTW (m)	71.41	75.38 ^a	81.26 ^{b,f}	83.57 ^{c,g}	84.31 ^{d,h}	90.87 ^{e,i,l,n,o}	19.46 (27.3)	<0.001*
	61.72-81.10	66.89-83.87	72.63-89.89	74.39-92.75	73.33-95.30	80.53-101.21		

Abbreviations. Cerebral Palsy (CP); modified Timed Up and Go (mTUG); One-Minute Walk Test (1MWT); Delta ($\Delta\%$); mean and confidence interval (CI) 95%.

Note. *Generalized Estimating Equation (GEE); significant difference compared to moment A1 x A6 ($p < 0.05$; post hoc – LSD: a: A1 x A2; b: A1 x A3; c: A1 x A4; d: A1 x A5; e: A1 x A6; f: A2 x A3; g: A2 x A4; h: A2 x A5; i: A2 x A6; k: A3 x A5; l: A3 x A6; m: A4 x A5; n: A4 x A6; o: A5 x A6).

In the sitting EC/FS, ACoPml showed a time effect (Wald = 12.53, GL = 5, $p = 0.028$), with differences between A1 vs. A4 ($p = 0.045$) and A2 vs. A5 ($p = 0.019$). ES = 1.28 and CI 95% = 1.38 – 1.20 (A1 vs. A6). ACoPap (Wald = 13.81, GL = 5, $p = 0.017$), differed at A1 vs. A6 ($p = 0.021$; ES = 1.63; CI 95% = 1.69 – 1.51), A3 vs. A6 ($p = 0.026$), and A5 vs. A6 ($p = 0.027$). For Vavg (Wald = 13.98, GL = 5, $p = 0.016$), the difference at A1 vs. A3 ($p = 0.027$) and A1 vs. A6 ($p = 0.002$; ES = 1.67; CI 95% = 1.70 – 1.62). Area95 (Wald = 11.47, GL = 5, $p = 0.043$), with difference A1 vs. A4 ($p = 0.038$). ES for A1 vs. A6 = 1.29; CI 95% = 1.55 – 0.99. These changes occurred under a moderate sensory challenge, where visual deprivation increases reliance on somatosensory input while postural demands remain relatively stable (Figure 2).

In sitting EC/FoS, ACoPml was not significant (Wald = 8.53, GL = 5, $p = 0.130$), but post-hoc difference A1 vs. A5 ($p = 0.043$), A1 vs. A6 ($p = 0.012$; ES = 2.02; CI 95% = 2.11 – 1.90), and A2 vs. A6 ($p = 0.027$). For ACoPap showed time effect (Wald = 8.07, GL = 5, $p = 0.152$), differed A1 vs. A3 ($p = 0.020$), A1 vs. A5 ($p = 0.037$), A1 vs. A6 ($p = 0.007$; ES = 1.91; CI 95% = 2.00 – 1.59), and A2 vs. A6 ($p = 0.027$). The Vavg (Wald = 18.31, GL = 5, $p = 0.003$), differed A1 vs. A3 ($p = 0.022$), A1 vs. A6 ($p = 0.011$; ES = 1.08; CI 95% = 1.13 – 1.03), and A5 vs. A6 ($p = 0.017$). For Area95 (Wald = 10.88, GL = 5, $p = 0.054$), differed at A1 vs. A3 ($p = 0.040$), A1 vs. A5 ($p = 0.048$), and A1 vs. A6 ($p = 0.027$). ES for A1 vs. A6 = 2.14; CI 95% = 2.41 – 1.54. Improvements in this condition reflect performance under the highest sensory challenge in the sitting position, where both visual deprivation and somatosensory instability increase demands on trunk postural control (Figure 2).

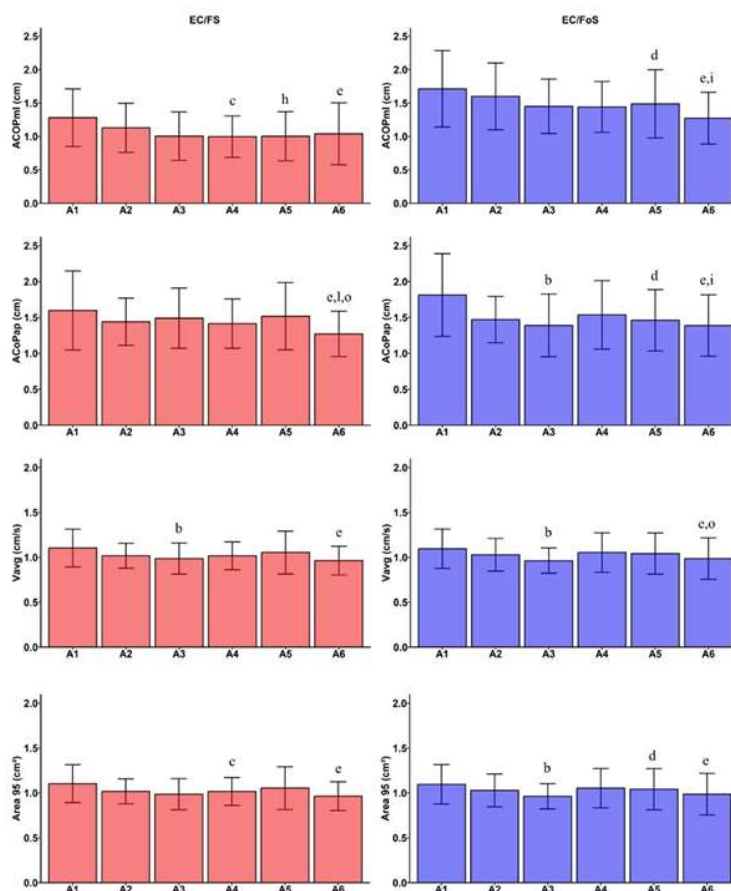


Figure 2. Analysis of the behavior of CoP parameters in the sitting position with eyes closed (EC) on firm surfaces (FS) and foam surfaces (FoS), at different times in children with CP.

Abbreviations. Cerebral Palsy (CP); Center of pressure (CoP); Amplitude of displacement of mediolateral directions (ACoPml); Amplitude of displacement of the anteroposterior directions (ACoPap); Average CoP Speed (Vavg); Area CoP 95% (Area95); Eye closed (EC); Firm surface (FS); Foam surface (FoS); mean and confidence interval (CI) 95%.

Note. Generalized Estimating Equation (GEE); $p < 0.05$; post hoc – LSD: b: A1 x A3; c: A1 x A4; d: A1 x A5; e: A1 x A6; h: A2 x A5; i: A2 x A6; l: A3 x A6; o: A5 x A6

In standing EO/FS, ACoPap showed time effect (Wald = 13.06, GL = 5, $p = 0.023$), differed at A1 vs. A2 ($p = 0.009$), A2 vs. A3 ($p = 0.010$), A2 vs. A6 ($p = 0.050$), and A3 vs. A4 ($p = 0.047$). ES for A1 vs. A6 = 0.14; CI 95% = 0.27 – 0.00. For Area95 (Wald = 15.75, GL = 5, $p = 0.008$), with difference at A1 vs. A2 ($p = 0.015$), A2 vs. A3 ($p = 0.002$), A2 vs. A4 ($p = 0.005$), A2 vs. A5 ($p = 0.012$) and A2 vs. A6 ($p = 0.001$). ES for A1 vs. A6 = 1.12; IC 95% = 1.63 – 0.43. The smaller changes observed under EO/FS are consistent with the low sensory challenge of this condition, where visual information and a stable surface minimize postural demands (Figure 3).

In standing EO/FoS, ACoPap showed time effect (Wald = 11.93, GL = 5, $p = 0.036$), differed A5 vs. A6 ($p = 0.007$). The ES for A1 vs. A6 = 0.61; CI 95% = 0.77 – 0.42. In the for Vavg (Wald = 27.20, GL = 5, $p < 0.001$), differed for A1 vs. A3 ($p = 0.006$), A2 vs. A3 ($p = 0.003$), A3 vs. A4 ($p = 0.003$), A3 vs. A5 ($p = 0.003$), A3 vs. A6 ($p = 0.038$). ES for A1 vs. A6 = 0.14; CI 95% = 0.26 – 0.01. Findings under EO/FoS indicate adaptations occurring when somatosensory input is reduced, although visual availability partially compensates for the instability of the surface (Figure 3).

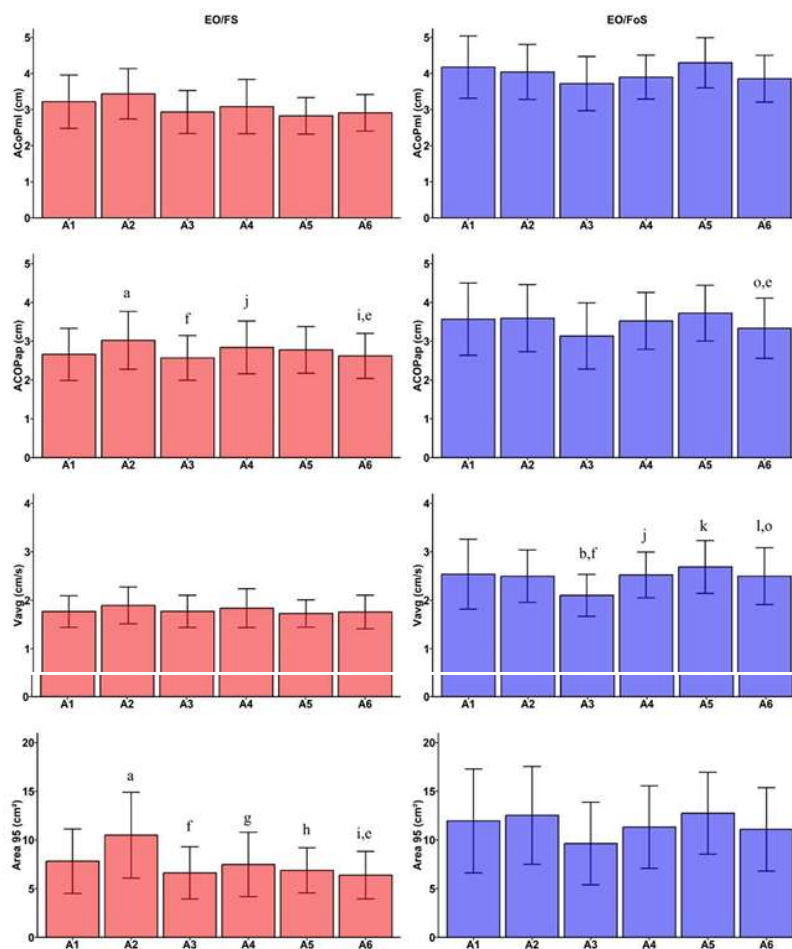


Figure 3. Analysis of the behavior of CoP parameters in the standing position with eyes open (EO) on firm surfaces (FS) and foam surfaces (FoS) at different times in children with CP.

Abbreviations. Cerebral Palsy (CP); Center of pressure (CoP); Amplitude of displacement of mediolateral directions (ACoPml); Amplitude of displacement of the anteroposterior directions (ACoPap); Average CoP Speed (Vavg); Area CoP 95% (Area95); Eye open (EO); Firm surface (FS); Foam surface (FoS); mean and confidence interval (CI) 95%.

Note. Generalized Estimating Equation (GEE); $p < 0.05$; post hoc - LSD: a: A1 x A2; b: A1 x A3; e: A1 x A6; f: A2 x A3; g: A2 x A4; h: A2 x A5; i: A2 x A6; j: A3 x A4; k: A3 x A5; l: A3 x A6; o: A5 x A6.

In standing EC/FS, ACoPml showed time effect (Wald = 25.13, GL = 5, $p < 0.001$), differed A2 vs. A3 ($p = 0.001$), and A3 vs. A6 ($p = 0.005$). ES for A1 vs. A6 = 0.24; CI 95% = 0.10 - 0.38). In Area95 (Wald = 16.96, GL = 5, $p = 0.005$), differed A2 vs. A3 ($p = 0.022$), and A2 vs. A5 ($p = 0.014$). ES for A1 vs. A6 = 0.48; IC 95% = 1.20 - 0.33. This pattern aligns with conditions where the removal of visual cues increases postural demands while somatosensory information remains reliable (Figure 4).

In standing EC/FoS, ACoPml showed time effect (Wald = 14.96, GL = 5, $p = 0.011$), differed at A1 vs. A3 ($p = 0.001$) and A1 vs. A6 ($p = 0.031$; ES = 2.33; CI 95% = 2.46 - 2.13), A2 vs. A3 ($p = 0.006$), A3 vs. A5 ($p = 0.001$), and A5 vs. A6 ($p = 0.017$). For Vavg (Wald = 13.96, GL = 5, $p = 0.016$), differed A1 vs. A3 ($p = 0.012$), A2 vs. A3 ($p = 0.012$), A3 vs. A4 ($p = 0.006$), A3 vs. A5 ($p = 0.009$) and A3 vs.

A6 ($p = 0.036$). The ES for A1 vs. A6 = 0.43; CI 95% = 0.59 – 0.26. For Area95 (Wald = 27.52, GL = 5, $p < 0.001$), differed A1 vs. A3 ($p < 0.001$), A2 vs. A3 ($p < 0.001$), A3 vs. A4 ($p = 0.037$), A3 vs. A5 ($p = 0.007$) and A3 vs. A6 ($p = 0.023$). The ES for A1 vs. A6 = 0.78; CI 95% = 1.88 - 0.50. The most substantial changes emerged in the EC/FoS condition, which imposes the greatest sensory challenge by combining visual deprivation with reduced somatosensory reliability (Figure 4).

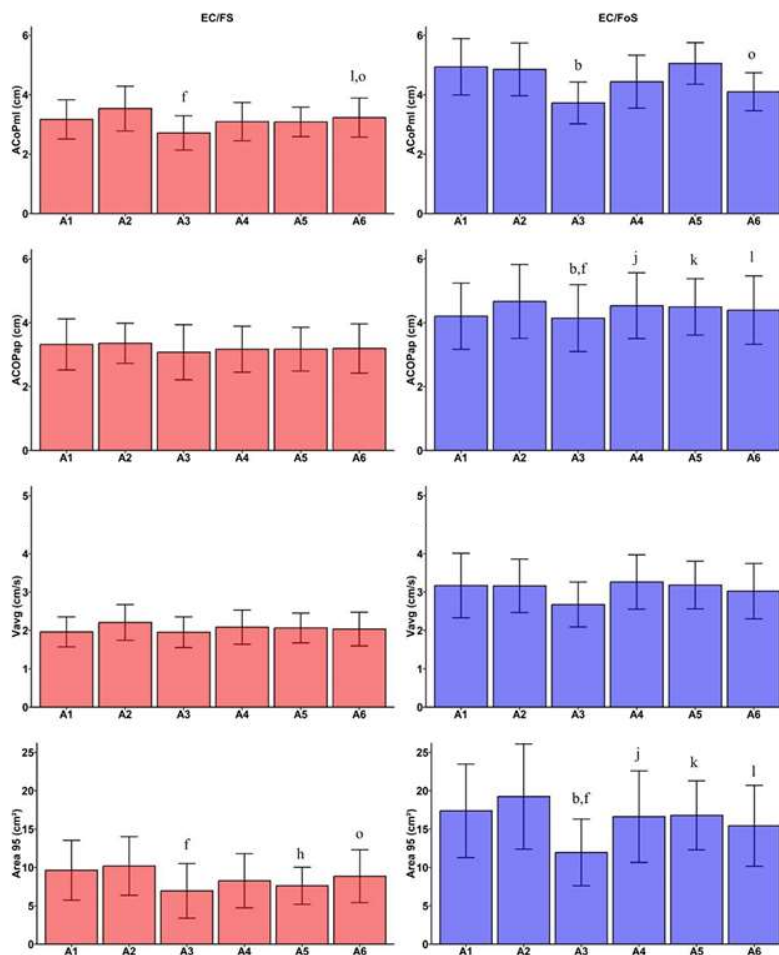


Figure 4. Analysis of the behavior of CoP parameters in the standing position with eyes closed (EC) on firm surfaces (FS) and foam surfaces (FoS), at different times in children with CP.

Abbreviations. Cerebral Palsy (CP); Center of pressure (CoP); Amplitude of displacement of mediolateral directions (ACoPml); Amplitude of displacement of the anteroposterior directions (ACoPap); Average CoP Speed (Vavg); Area CoP 95% (Area95); Eye closed (EC); Firm surface (FS); Foam surface (FoS); mean and confidence interval (CI) 95%.

Note. Generalized Estimating Equation (GEE); $p < 0.05$; post hoc – LSD: b: A1 x A3; f: A2 x A3; h: A2 x A5; j: A3 x A4; k: A3 x A5; l: A3 x A6; o: A5 x A6.

DISCUSSION

The objective of this study was to evaluate the effects of a 40-sessions protocol on postural balance and functional mobility in children with CP. Results partially confirmed the hypothesis, showing progressive improvements in both functional mobility measures

(mTUG and 1MTW) and postural control parameters across sitting and standing tasks, although the magnitude of change varied according to the sensory condition tested. A novelty of the present study lies in the longitudinal assessment of standing postural balance under systematically manipulated sensory conditions, with repeated evaluations across six time points (A1-A6), in children with CP undergoing hippotherapy, an aspect not previously reported. These findings suggest that treatment with hippotherapy enhances dynamic balance, as reflected by reduced mTUG time and increased 1MTW distance, supporting its clinical applicability in improving mobility-related activities for ambulatory children with CP.

The improvements observed in the mTUG and 1MTW tests showed progressive gains over time. Supporting these findings, one study investigated the performance of 219 children with bilateral spastic CP, classified as GMFCS levels I to III, and used the mTUG and 1MTW tests to establish minimal clinically important differences (MCIDs). Their results demonstrated clinically significant improvement in children with CP using these tests, who were evaluated at baseline and 12 months after follow-up, with and without surgical intervention³². Although MCIDs were not calculated for the present dataset, the significant differences observed between the first (A1) and last assessment (A6) indicate a consistent improvement trajectory. These findings suggest that the observed statistical improvements in mTUG and 1MTW performance may reflect functionally relevant gains, as reported in previous longitudinal studies using these outcomes in children with CP. Thus, while clinical thresholds cannot be directly inferred, the magnitude and consistency of change across sessions support the potential functional relevance of the improvements observed following long-term hippotherapy, highlighting the usefulness of these tests for monitoring clinical progression and guiding rehabilitation planning. Only one study was found using the 1MTW test, and another using the Time Up and Go test, to evaluate children with CP undergoing hippotherapy treatment. These studies reported significant improvement in walking ability after 12 weeks of treatment and in functional mobility after 8 weeks, respectively^{21,33}, which are consistent with our findings. Our results extend these findings by documenting a longer intervention trajectory (40 sessions), suggesting cumulative and sustained improvements over time, relevant for clinical programs that require medium- to long-term therapeutic planning. However, given the limited number of studies using these functional outcomes in the context of hippotherapy, these interpretations should be viewed with caution and confirmed in future controlled trials.

Over 40 hippotherapy sessions, children with CP showed significant improvement in sitting postural balance, with decreased CoP oscillation, particularly under challenging conditions, when visual and somatosensory inputs were manipulated (EC/FoS). Improvements occurred gradually, indicating that hippotherapy positively affects static sitting postural balance. The findings corroborate the literature, demonstrating that hippotherapy intervention improves sitting static postural balance in children with CP by stimulating anticipatory and reactive postural adjustments. This improvement in the trunk has been described by Moraes et al (2016), who reported that sitting static postural balance improves after 12 and 24 hippotherapy sessions in children with CP¹¹. Described by Moraes et al (2020) also found that children with CP improved CoP in the sitting position after 36 hippotherapy sessions³⁰. In our study, measurable changes emerged from approximately 16 sessions onward, reinforcing a progressive and non-plateauing trajectory. The need to maintain an upright position during the horse movement may have led to better trunk alignment and segmental stability, essential for seated balance. Furthermore, we observed a significant decrease in velocity and CoP Area, reflecting greater control and precision in postural adjustments, particularly under reduced visual input. These outcomes suggest that children with CP can benefit from multisensory stimulation in hippotherapy, enhancing integration of vestibular and proprioceptive information, which is clinically relevant for improving postural stability during seated functional tasks.

Static postural balance in the standing position varied according to the sensory condition tested. Under somatosensory manipulation (FS/FoS), CoP values fluctuated throughout the sessions, with no statistically significant differences between A1 and A6. This suggests that in conditions where sensory information remains reliable (especially eyes-open tasks), the level of postural challenge may not be sufficient to induce adaptations over time. While sensory re-weighting and long-term adaptation to reduced sensory information have been demonstrated primarily in healthy individuals³⁴, children with CP show altered sensory integration and reduced efficiency in reorganizing sensory inputs during postural tasks²³. Nevertheless, conditions that impose combined visual and somatosensory challenges tend to amplify the need for compensatory strategies, helping explain why the strongest changes emerged in the EC/FoS condition. From a clinical perspective, these findings emphasize the importance of incorporating sensory-challenged standing tasks into assessment and intervention, as they appear more sensitive to detecting postural adaptations relevant to balance³⁵⁻³⁷.

These findings underscore the importance of employing complex, non-routine tasks in clinical assessments, with concurrent manipulation of visual and somatosensory input, which necessitate continuous postural adjustments by vestibular and proprioceptive mechanisms³⁵⁻³⁷. Within this framework, hippotherapy acts as a therapeutic intervention grounded in the principles of neuroplasticity and motor learning. Its implementation contributes directly to enhancing global motor coordination, optimizing postural balance strategies, and promoting functional independence in children with CP¹⁶. Our data suggest that even though hippotherapy is performed sitting, it can improve standing posture. The standing balance values showed greater oscillations than those observed in the sitting condition, as expected, because the standing posture demands greater motor and sensory inputs, which are impaired in children with CP³⁸⁻⁴⁰. To our knowledge, this is the first study to evaluate standing balance in children with CP undergoing hippotherapy under systematically manipulated sensory conditions, providing clinically meaningful evidence to support assessment strategies that better reflect real-world postural challenges. This represents a gap in literature, and our results offer the first longitudinal evidence addressing this issue. Improved standing postural control likely reflects adaptations to the continuous postural demands of the horse's gait. The tridimensional and rhythmic movement of the horse provides continuous vestibular stimulation and rich proprioceptive input at the pelvis and trunk, promoting

anticipatory and reactive postural adjustments and facilitating the transfer of postural control strategies to standing tasks^{37,38}. Additionally, increased exposure to unpredictable movement may improve sensorimotor integration and postural adaptability.

Study limitations

Limitations include a heterogeneous sample in terms of age, topographic pattern, and GMFCS level. Limitations inherent to longitudinal studies with children may occur, such as the influence of maturation and growth. The absence of intervention follow-up is also a drawback. Future studies should increase sample stratification, extend the number of sessions, and include follow-up assessments, given the absence of a plateau across 40 sessions. Randomized controlled trials are also essential to strengthen causal inferences.

CONCLUSION

Hippotherapy was associated with measurable improvements in static postural balance from approximately 16 sessions, and in functional mobility from 8 sessions onward in children with CP, with gains progressing until session 40. This study provides the first longitudinal evidence of standing postural balance adaptations under systematically controlled sensory conditions in children with CP undergoing hippotherapy based on repeated assessments across six time points (A1-A6). These findings highlight the importance of long-term treatment for this population. The observed changes likely reflect adaptations driven by sustained sensorimotor stimulation and continuous postural control demand imposed by the horse's gait.

REFERENCES

1. Bax M, Goldstein M, Rosenbaum P, et al. Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Dev Med Child Neurol*. 2005;47(8):571-576. doi:10.1017/s001216220500112x
2. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy, April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl*. 2007;109:8-14.
3. Novak I, Jackman M, Finch-Edmondson M, Fahey M. Cerebral palsy. *The Lancet*. 2025;406(10499):174-188. doi:10.1016/S0140-6736(25)00686-5
4. Novak I, Morgan C, Fahey M, et al. State of the evidence traffic lights 2019: systematic review of interventions for preventing and treating children with cerebral palsy. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2020;20(2):3. doi:10.1007/s11910-020-1022-z
5. Patel DR, Neelakantan M, Pandher K, Merrick J. Cerebral palsy in children: a clinical overview. *Transl Pediatr*. 2020;9(S1):S125-S135. doi:10.21037/tp.2020.01.01
6. Novak I, McIntyre S, Morgan C, et al. A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. *Dev Med Child Neurol*. 2013;55(10):885-910. doi:10.1111/dmcn.12246
7. Prieto AV, Silva FCD, Silva R da, Santos JAT, Filho PJB. The hippotherapy in the rehabilitation of individuals with cerebral palsy: a systematic review of clinical trials. *Cadern Bras de Terap Ocup*. 2018;26(1):207-218. doi:10.4322/2526-8910.ctoAR1067
8. Wood WH, Fields BE. Hippotherapy: a systematic mapping review of peer-reviewed research, 1980 to 2018. *Dis Reha*. 2021;43(10):1463-1487. doi:10.1080/09638288.2019.1653997
9. Janura M, Peham C, Dvorakova T, Eifmark M. An assessment of the pressure distribution exerted by a rider on the back of a horse during hippotherapy. *Hum Mov Sci*. 2009;28(3):387-393. doi:10.1016/j.humov.2009.04.001
10. Kang H, Jung J, Yu J. Effects of hippotherapy on the sitting balance of children with cerebral palsy: a randomized control trial. *J Phys Ther Sci*. 2012;24(9):833-836. doi:10.1589/jpts.24.833
11. Moraes AG, Copetti F, Angelo VR, Chiavoloni LL, David AC. The effects of hippotherapy on postural balance and functional ability in children with cerebral palsy. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(8):2220-2226. doi:10.1589/jpts.28.2220
12. Moraes AG, Copetti F, Angelo VR, Chiavoloni L, De David AC. Hippotherapy on postural balance in the sitting position of children with cerebral palsy – longitudinal study. *Physi Ther and Prac*. 2020;36(2):259-266. doi:10.1080/09593985.2018.1484534
13. Shurtleff TL, Standeven JW, Engsborg JR. Changes in dynamic trunk/head stability and functional reach after hippotherapy. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009;90(7):1185-1195. doi:10.1016/j.apmr.2009.01.026
14. Mutoh T, Mutoh T, Kurosaki H, Taki Y. Effects of hippotherapy on health-related quality of life in caregivers of children with cerebral palsy: a pilot quasi-experimental study in Japan. *Healthcare*. 2023;11(24):3175. doi:10.3390/healthcare11243175
15. Stergiou AN, Ploumis A, Kamtsios S, Markozannes G, Christodoulou P, Varvarousis DN. Effects of equine-assisted therapy: a systematic review and meta-analysis. *J of Clin Med*. 2025;14(11):3731. doi:10.3390/jcm14113731
16. Silkwood-Sherer DJ, Killian CB, Long TM, Martin KS. Hippotherapy--an intervention to habilitate balance deficits in children with movement disorders: a clinical trial. *Phys Ther*. 2012;92(5):707-717. doi:10.2522/ptj.20110081
17. Kwon JY, Chang HJ, Yi SH, Lee JY, Shin HY, Kim YH. Effect of hippotherapy on gross motor function in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *J Altern Complement Med*. 2015;21(1):15-21. doi:10.1089/acm.2014.0021

18. Kwon JY, Chang HJ, Lee JY, Ha Y, Lee PK, Kim YH. Effects of hippotherapy on gait parameters in children with bilateral spastic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011;92(5):774-779. doi:10.1016/j.apmr.2010.11.031
19. Reubens R, Silkwood-Sherer DJ. Intervention for an adolescent with cerebral palsy during period of accelerated growth. *Pediatr Phys Ther*. 2016;28(1):117-125. doi:10.1097/PEP.0000000000000223
20. Lee CW, Kim SG, Na SS. The effects of hippotherapy and a horse-riding simulator on the balance of children with cerebral palsy. *J Phys Ther Sci*. 2014;26(3):423-425. doi:10.1589/jpts.26.423
21. Silkwood-Sherer DJ, McGibbon NH. Can hippotherapy make a difference in the quality of life of children with cerebral palsy? a pragmatic study. *Physiother Theory Pract*. 2022;38(3):390-400. doi:10.1080/09593985.2020.1759167
22. Seung Mi Y, Ji Young L, Hye Yeon S, Yun Sik S, Jeong Yi K. Factors influencing motor outcome of hippotherapy in children with cerebral palsy. *Neuroped*. 2019;50(03):170-177. doi:10.1055/s-0039-1685526
23. Pavão SL, Silva FPDS, Savelsbergh GJP, Rocha NACF. Use of sensory information during postural control in children with cerebral palsy: systematic review. *J of Mot Beha*. 2015;47(4):291-301. doi:10.1080/00222895.2014.981498
24. Peia F, Veiga NC, Gomes AP, et al. Effects of hippotherapy on postural control in children with cerebral palsy: a systematic review. *Pediatr Phys Ther*. 2023;35(2):202-210. doi:10.1097/PEP.0000000000000999
25. McDowell BC, Kerr C, Parkes J, Cosgrove A. validity of a 1 minute walk test for children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neuro*. 2005;47(11):744-748. doi:10.1111/j.1469-8749.2005.tb01071.x
26. Williams EN, Carroll SG, Reddihough DS, Phillips BA, Galea MP. Investigation of the timed "up & go" test in children. *Dev Med Child Neurol*. 2005;47(8):518-524. doi:10.1017/s0012162205001027
27. Ribeiro MF, Espindula AP, Bevilacqua Júnior DE, et al. Activation of lower limb muscles with different types of mount in hippotherapy. *J of Bod and Mov Ther*. 2018;22(1):52-56. doi:10.1016/j.jbmt.2017.03.020
28. Hennig VE, Luis da Silva A, Zanetti MS, Copetti F. Changes in trunk postural control with different types of mounts with relevance for hippotherapy. *J of Bod and Mov Ther*. 2024;40:486-492. doi:10.1016/j.jbmt.2024.04.057
29. Clayton HM. Comparison of the stride kinematics of the collected, medium, and extended walks in horses. *Am J Vet Res*. 1995;56(7):849-52.
30. Moraes AG, Copetti F, Ângelo VR, Chiavoloni L, de David AC. Hippotherapy on postural balance in the sitting position of children with cerebral palsy - longitudinal study. *Physiother Theory Pract*. 2020;36(2):259-266. doi:10.1080/09593985.2018.1484534
31. Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. Academic Press; 2013. doi.org/10.4324/9780203771587
32. Hassani S, Krzak JJ, Johnson B, et al. One-Minute Walk and modified Timed Up and Go tests in children with cerebral palsy: performance and minimum clinically important differences. *Dev Med Child Neurol*. 2014;56(5):482-489. doi:10.1111/dmcn.12325
33. Lightsey P, Lee Y, Krenek N, Hur P. Physical therapy treatments incorporating equine movement: a pilot study exploring interactions between children with cerebral palsy and the horse. *J NeuroEng Rehabil*. 2021;18(1):132. doi:10.1186/s12984-021-00929-w
34. Vuilleme N, Pinsault N. Re-weighting of somatosensory inputs from the foot and the ankle for controlling posture during quiet standing following trunk extensor muscles fatigue. *Exp Brain Res*. 2007;183(3):323-327. doi:10.1007/s00221-007-1047-4
35. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Ag Age*. 2006;35 Suppl 2:ii7-ii11. doi:10.1093/ageing/af077
36. Shumway-Cook A, Woollacott M. Attentional demands and postural control: the effect of sensory context. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2000;55(1):M10-16. doi:10.1093/gerona/55.1.m10
37. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice. Lippincott Williams & Wilkins; 2007. doi:10.1007/s00198-007-0358-4
38. Bertoti DB. Effect of therapeutic horseback riding on posture in children with cerebral palsy. *Phys Ther*. 1988;68(10):1505-1512.
39. Pavão SL, Dos Santos AN, Woollacott MH, Rocha NACF. Assessment of postural control in children with cerebral palsy: a review. *Res in Dev Dis*. 2013;34(5):1367-1375. doi: 10.1016/j.ridd.2013.01.034
40. Woollacott MH, Shumway-Cook A. Postural dysfunction during standing and walking in children with cerebral palsy: what are the underlying problems and what new therapies might improve balance? *Neural Plast*. 2005;12(2-3):211-219; discussion 263-272. doi:10.1155/NP.2005.211

Citation: Meincke NM, Moraes AG, Copetti F, David AC. (2026) Long-term impact of hippotherapy on postural balance and functional performance in children with cerebral palsy. *Brazilian Journal of Motor Behavior*. 20(1):e513.
 Editor-in-chief: Dr Fabio Augusto Barbieri - São Paulo State University (UNESP), Bauri, SP, Brazil.
 Deputy editors: Dr Ana Maria Forti Barela - Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL), São Paulo, SP, Brazil; Rafael dos Santos Henrique - Federal University of Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brazil
 Associate editors: Dr José Angelo Barela - São Paulo State University (UNESP), Rio Claro, SP, Brazil; Dr Natalia Madalena Rinaldi - Federal University of Espírito Santo (UFES), Vitória, ES, Brazil; Dr Renato de Moraes - University of São Paulo (USP), Ribeirão Preto, SP, Brazil.
 Copyright: © 2026 Meincke, Moraes, Copetti, David and BJMB. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non-Commercial-No Derivatives 4.0 International License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.
 Funding: This study was funded by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), Brazil- Finance Code 001.
 Competing interests: The authors have declared that no competing interests exist.
 DOI: <https://doi.org/10.20338/bjmb.v20i1.513>

Supplementary file 1. Description of the Intervention Protocol.

Stretching and warming up (5 minutes)		Surface
1	Hands on horse's neck	Sand
2	Hands on horse's hip	Sand
3	Right hand on the left foot	Sand
4	Left hand on the right foot	Sand
5	180° shoulder abduction while holding a hoop	Sand
6	Left knee extension	Sand
7	Right knee extension	Sand
Balance, mobility and functional exercises (23 minutes)		
8	Serpentine movement throwing hoops on cone	Sand
9	Throw and grab a ball	Sand
10	Cones with an approximate distance of 2 meters between 4 cones, performing shoulder abduction at 90° and 180° and shoulder flexion at 90°	Sand
11	Blindfolds while the horse moves in a straight line and curves	Sand
12	Facing the horse's head, side or back, performing shoulder abduction at 90° and 180° and shoulder flexion at 90°	Sand
13	Standing on the stirrups	Sand
14	Increase and decrease the frequency, amplitude, and speed of the horse's stride, and stop and go	Asphalt Grass
15	Uphill and downhill rides	Asphalt
16	Memory game (1°: lie down; 2°: sit down; 3°: hands on head; 4°: hands on belly; 5°: rotate arms)	Sand Sand
17	Conduct independent horse (walk/trot) *	
18	Dual task: conduct the horse to a marked place, memorize words, and return and speak the memorized words*	Sand
19	Short obstacle courses*	
Cooling-down (2 minutes)		
20	Hug on the horse	Sand

Note. during exercises 1-16, the horse was led by a horse handler; * indicates the exercises that were performed by the children able to conduct the horse independently.

Supplementary file 2. Comparison of CoP behavior in the sitting and standing positions at different moments in the CP children

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Δ ABS (Δ%)	p (1-6)
	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean		
	CI 95%	CI 95%	CI 95%	CI 95%	CI 95%	CI 95%		
Sitting – EC/SS								
ACoPml (cm)	1.28	1.13	1.01	1.00	1.00	1.04	-0.24 (-18.8)	0.167
	0.89-1.67	0.80-1.46	0.68-1.33	0.72-1.28	0.67-1.33	0.62-1.46		
ACoPap (cm)	1.60	1.44	1.49	1.41	1.52	1.27	-0.33 (-20.6)	0.021*
	1.10-2.09	1.14-1.74	1.11-1.87	1.10-1.72	1.10-1.94	0.99-1.56		
Vavg (cm/s)	1.1	1.02	0.99	1.02	1.05	0.96	-0.14 (-12.7)	0.002*
	0.91-1.29	0.89-1.14	0.83-1.14	0.88-1.16	0.84-1.27	0.82-1.11		
Area95 (cm ²)	2.12	1.49	1.31	1.16	1.27	1.35	-0.77 (-36.3)	0.101
	0.84-3.39	0.63-2.35	0.50-2.13	0.60-1.73	0.36-2.18	0.21-2.49		
Sitting – EC/SU								
ACoPml (cm)	1.71	1.60	1.45	1.44	1.49	1.27	-0.44 (-25.7)	0.012*
	2.23-1.71	2.05-1.60	1.82-1.45	1.78-1.44	1.95-1.49	1.62-1.27		
ACoPap (cm)	1.81	1.47	1.39	1.54	1.46	1.39	-0.42 (-23.2)	0.007*
	1.29-2.33	1.18-1.76	1.00-1.78	1.11-1.97	1.08-1.85	1.00-1.78		
Vavg (cm/s)	1.1	1.03	0.96	1.05	1.04	0.99	-0.11 (-10.0)	0.011*
	1.29-2.33-	1.18-1.76-	1.00-1.78-	1.11-1.97-	1.08-1.85-	1.00-1.78-		
Area95 (cm ²)	3.78	2.16	2.04	2.13	2.05	1.69	-2.09 (-55.3)	0.027*
	1.19-6.37	1.12-3.21	0.61-3.47	1.12-3.15	0.57-3.54	0.51-2.87		
Standing – EO/SS								
ACoPml (cm)	3.22	3.44	2.93	3.08	2.83	2.91	-0.31 (-9.6)	0.192
	2.55-3.89	2.81-4.07	2.40-3.47	2.40-3.76	2.37-3.28	2.45-3.37		
ACoPap (cm)	2.66	3.02	2.57	2.84	2.77	2.62	-0.04 (-1.5)	0.855
	2.05-3.27	2.35-3.69	2.05-3.09	2.23-3.45	2.23-3.32	2.09-3.14		
Vavg (cm/s)	1.77	1.89	1.77	1.84	1.73	1.76	-0.01 (-0.6)	0.921
	1.47-2.06	1.55-2.24	1.47-2.07	1.47-2.20	1.47-1.98	1.44-2.07		
Area95 (cm ²)	7.82	10.49	6.62	7.48	6.88	6.39	-1.43 (-18.3)	0.140
	4.83-10.81	6.51-14.47	4.20-9.03	4.49-10.47	4.78-8.97	4.19-8.59		

Standing – EO/SU								
ACoPml (cm)	4.18	4.04	3.72	3.90	4.30	3.85	-0.33 (-7.9)	0.413
	3.40-4.95	3.35-4.73	3.04-4.40	3.35-4.45	3.67-4.93	3.27-4.44		
ACoPap (cm)	3.57	3.59	3.13	3.52	3.72	3.33	-0.24 (-6.7)	0.456
	2.73-4.41	2.81-4.37	2.36-3.90	2.86-4.18	3.07-4.37	2.63-4.03		
Vavg (cm/s)	2.54	2.50	2.10	2.52	2.69	2.5	-0.04 (-1.6)	0.875
	1.89-3.19	2.01-2.99	1.71-2.49	2.10-2.95	2.20-3.18	1.97-3.03		
Area95 (cm ²)	11.95	12.53	9.63	11.32	12.75	11.09	-0.86 (-7.2)	0.597
	7.14-16.77	7.99-17.06	5.80-13.45	7.49-15.15	8.95-16.55	7.22-14.96		
Standing – EC/SS								
ACoPml (cm)	3.17	3.54	2.72	3.10	3.09	3.23	0.06 (1.9)	0.821
	2.57-3.76	2.86-4.22	2.20-3.24	2.51-3.68	2.64-3.53	2.64-3.83		
ACoPap (cm)	3.32	3.36	3.08	3.17	3.17	3.19	-0.13 (-3.9)	0.752
	2.60-4.04	2.79-3.92	2.30-3.85	2.52-3.82	2.55-3.79	2.50-3.89		
Vavg (cm/s)	1.96	2.21	1.95	2.08	2.06	2.03	0.07 (3.6)	0.719
	1.61-2.31	1.79-2.63	1.59-2.31	1.68-2.49	1.71-2.41	1.64-2.43		
Area95 (cm ²)	9.63	10.19	6.94	8.26	7.61	8.85	-0.78 (-8.1)	0.624
	6.11-13.15	6.73-13.64	3.73-10.16	5.07-11.45	5.44-9.79	5.75-11.96		
Standing – EC/SU								
ACoPml (cm)	4.94	4.85	3.73	4.44	5.05	4.10	-0.84 (-17.0)	0.031*
	4.08-5.79	4.05-5.65	3.09-4.36	3.64-5.24	4.42-5.69	3.52-4.68		
ACoPap (cm)	4.20	4.67	4.14	4.53	4.50	4.40	0.20 (4.8)	0.637
	3.27-5.14	3.62-5.71	3.20-5.09	3.60-5.46	3.70-5.29	3.43-5.36		
Vavg (cm/s)	3.17	3.16	2.68	3.26	3.18	3.02	-0.15 (-4.7)	0.516
	2.41-3.93	2.53-3.79	2.15-3.20	2.62-3.90	2.62-3.74	2.37-3.68		
Area95 (cm ²)	17.38	19.24	11.96	16.62	16.80	15.43	-1.95 (-11.2)	0.365
	11.87-22.88	13.05-25.43	8.03-15.88	11.23-22.01	12.74-20.85	10.66-20.20		

Abbreviations. Cerebral Palsy (CP); Center of pressure (CoP); Amplitude of displacement of mediolateral directions (ACoPml); Amplitude of displacement of the anteroposterior directions (ACoPap); Average CoP Speed (Vavg); Area CoP 95% (Area95); Eyes closed (EC); Eyes Open (EO); Surface without foam (SS); Surface with foam (SU); Absolute delta (Δ ABS); Relative delta (Δ %); Confidence interval (CI) 95%.

Note. *Generalized Equation Estimation (GEE); $p < 0.05$; post hoc – LSD.

APÊNDICE 7 – ARTIGO EM REVISÃO - *Motricidade*

Short title: Balance and CoP in Children with CP

Article types/sections: Original article

Funding: This work was supported by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personal – Brazil (CAPES) – Financial Code 001.

**Impact of Hippotherapy on Dynamic Postural Control Based on Center of Pressure
Analysis and Functional Performance in Children with Cerebral Palsy**

ABSTRACT

The long-term impact of hippotherapy on dynamic postural balance and functional performance in children with cerebral palsy (CP) remains insufficiently understood. **Objective:** To assess the effects of a 40-session hippotherapy program on dynamic postural balance and functional performance in children with CP, compared to typically developing (TD) children. **Designs:** This pre-experimental longitudinal, observational-comparative study included 18 children (4–14 years) with spastic CP who underwent a 40-session hippotherapy program, with assessments at baseline, and after 20 and 40 sessions. Outcomes were compared to an age-matched neurotypical control group. Participants were assessed for dynamic postural balance across four randomized tasks- riding in a straight line and on a zigzag path, both with eye open (EO) and closed (EC)- as well as in two functional performance tests. **Results:** Improvements in dynamic postural balance and functional performance were observed after both 20 and 40 sessions. The center of pressure displacement (LengthCoP) during straight-line riding with EO and EC showed a reduction from baseline. Initially, children with CP showed greater postural sway than their TD peers, but by the end of intervention, both groups had similar LengthCoP and mediolateral center of pressure amplitude values. **Conclusion:** Findings suggest that long-term hippotherapy can improve motor function in this population.

KEYWORDS: Cerebral Palsy, Equine-assisted therapy, Dynamic Balance, Functional Performance, Hippotherapy.

Conflict of interests: nothing to declare

Acknowledgments: The authors thank all participants for generously donating their time.

They also acknowledge the staff and personnel of the Associação Nacional de Equoterapia in Brazil for their support in providing space and horses.

Impact of Hippotherapy on Dynamic Postural Control Based on Center of Pressure Analysis and Functional Performance in Children with Cerebral Palsy

ABSTRACT

The long-term impact of hippotherapy on dynamic postural balance and functional performance in children with cerebral palsy (CP) remains insufficiently understood. **Objective:** To assess the effects of a 40-session hippotherapy program on dynamic postural balance and functional performance in children with CP, compared to typically developing (TD) children. **Designs:** This pre-experimental longitudinal, observational-comparative study included 18 children (4–14 years) with spastic CP who underwent a 40-session hippotherapy program, with assessments at baseline, and after 20 and 40 sessions. Outcomes were compared to an age-matched neurotypical control group. Participants were assessed for dynamic postural balance across four randomized tasks- riding in a straight line and on a zigzag path, both with eye open (EO) and closed (EC)- as well as in two functional performance tests. **Results:** Improvements in dynamic postural balance and functional performance were observed after both 20 and 40 sessions. The center of pressure displacement (LengthCoP) during straight-line riding with EO and EC showed a reduction from baseline. Initially, children with CP showed greater postural sway than their TD peers, but by the end of intervention, both groups had similar LengthCoP and mediolateral center of pressure amplitude values. **Conclusion:** Findings suggest that long-term hippotherapy can improve motor function in this population.

INTRODUCTION

Cerebral palsy (CP) is a neuromotor disorder that affects movement development, muscle tone, and posture (Graham et al., 2016). While the initial neuropathological lesion is non-progressive,

children with CP often develop secondary conditions that can significantly impact their functional abilities (Patel, Neelakantan, Pandher, & Merrick, 2020). One common challenge they face is a deficit in dynamic postural balance and functional performance. Since CP manifests early in infancy and continues throughout an individual's lifetime, addressing these deficits in the context of ongoing development and functioning is essential (P. Rosenbaum & Gorter, 2012). Therefore, interventions are critical to improve the functioning and well-being of children with CP and their families. These interventions can help prevent secondary musculoskeletal impairments and enable families to establish a successful life plan for their children despite developmental challenges (Graham et al., 2016).

Hippotherapy has emerged as a promising intervention for children with CP (Novak et al., 2020). Moderate evidence supports its efficacy in improving postural balance and functional performance (Moraes, Copetti, Ângelo, Chiavoloni, & de David, 2020; Moraes, Copetti, Angelo, Chiavoloni, & David, 2016). The therapeutic benefits are attributed to the horse's three-dimensional movement, which continuously stimulates the systems that maintain balance. However, despite these promising findings, the available evidence presents important methodological limitations, including small sample sizes, heterogeneous intervention protocols, short intervention durations, limited use of objective biomechanical measures, and, in several cases, the absence of appropriate control groups. These limitations restrict the generalizability of results and hinder a deeper understanding of the mechanisms underlying postural adaptations induced by hippotherapy. Studies have shown improvements in sitting postural control (Fernández-Gutiérrez, Apolo-Arenas, Martínez-García, & Caña-Pino, 2015; Kang, Jung, & Yu, 2012; Moraes et al., 2020, 2016), as well as in functional performance (Reubens & Silkwood-Sherer, 2016; Seung Mi, Ji Young, Hye Yeon, Yun Sik, & Jeong Yi, 2019; Silkwood-Sherer & McGibbon, 2022), following hippotherapy programs. Nevertheless, most of these investigations have primarily focused on static postural outcomes or clinical measures,

providing limited insight into dynamic postural control assessed during horseback riding activity itself.

However, dynamic postural balance during hippotherapy-particularly when assessed using objective biomechanical measures and longitudinal designs-remains largely underexplored.

During hippotherapy, various strategies are employed to enhance patients' postural control. These include active stretching exercises, navigation along straight and zigzag paths, and adjustments to the patient's orientation on the horse. Additionally, techniques such as blindfolds, modifying the horse's speed, and altering the type of terrain are commonly used (Moraes et al., 2020). Another important aspect in task manipulation during hippotherapy involves varying the equipment. This includes choices such as using a saddle or a blanket, the position of the feet - either supported in the stirrups or free - and the placement of the hands, either on the thigh or holding the handle, as described in the literature (Espindula et al., 2014, 2013; Hennig, Luís da Silva, Zanetti, & Copetti, 2024; Jr, Ag, Sa, Kg, & Lv, 2020; Ribeiro et al., 2019; Silva et al., 2021). Moreover, studies have examined the effects of horse speed and support surface stiffness on the postural responses during practiced horseback riding (Fabiana M. Flores, Dagnese, Mota, & Copetti, 2015; Fabiana Moraes Flores, Dagnese, & Copetti, 2019). One study also examined the combined effects of surface stiffness with the use of a blanket or saddle (Menezes et al., 2019). However, to date, no research has systematically examined the interaction between riding tasks and the manipulation and visual system modulation during hippotherapy, despite its frequent use in clinical practice. This gap literature is a critical disconnect between applied therapeutic strategies and the current scientific evidence, underscoring the need for experimental protocols capable of integrating multiple tasks and sensory constraints.

Despite the promising outcomes associated with hippotherapy, there is no consensus in the literature regarding the optimal number of sessions over time. This lack of consensus reflects important inconsistencies in study designs and intervention protocols, as well as the scarcity of longitudinal investigations capable of capturing adaptations in dynamic postural control over time. Research suggests that the frequency of sessions per week does not significantly impact improvements in gross motor function and functional performance of children with CP (Vidal et al., 2021). Previous studies have investigated interventions ranging from a single session (MacPhail et al., 1998) to as many as 48 sessions (Mutoh et al., 2019), with the most commonly studied interventions involving 12 to 16 sessions (Wood & Fields, 2021). Such wide variability in intervention dosage limits comparisons across studies and restricts conclusions regarding dose-response effects. However, no studies have yet evaluated changes in dynamic balance over time. Regarding functional performance, improvements have been reported after 6 (Silkwood-Sherer, Killian, Long, & Martin, 2012), 8 (Kwon et al., 2011, 2015), 10 (Reubens & Silkwood-Sherer, 2016), 12 (Lee, Kim, & Na, 2014; Silkwood-Sherer & McGibbon, 2022), and 16 (Seung Mi et al., 2019) hippotherapy sessions in various studies.

This study aimed to evaluate the effects of a 40-session hippotherapy program on dynamic postural balance in children with CP. Additionally, we sought to compare their performance to that of typically developing (TD) children with prior horseback riding experience. Dynamic postural balance was assessed through the center of pressure (CoP) measures during horseback riding, reflecting postural control demands under ecologically valid and task-specific conditions. Improvements in CoP-based measures of dynamic postural control during riding are expected to translate into enhanced functional performance in daily activities, which was assessed using standardized clinical tests. Functional performance in children with CP was also measured as a complementary clinical outcome. We hypothesized that the 40-session hippotherapy program would lead to significant improvements in dynamic postural balance in

children with CP, bringing their performance to the level comparable to that of TD children with similar horseback riding experience. Furthermore, we expected children with CP to demonstrate positive gains in functional performance.

METHODS

Study design

The study utilized a pre-experimental longitudinal, observational-comparative design, with participants selected through non-probability convenience sampling. Participants were classified and characterized according to the topographic classification of CP and the Gross Motor Function Classification System (GMFCS) (Palisano et al., 1997).

Although the inclusion of a TD control group allows for between-group comparisons, the absence of a CP group without intervention limits causal inference regarding the effects of hippotherapy. Therefore, the study design supports the analyses of temporal changes and group differences but does not allow definitive conclusions regarding intervention efficacy.

This study received approval from the Ethics Committee (No. 6.003.457) and was registered with the Brazilian Clinical Trials Registry (Identifier: RBR-534ppvp). Participation in the study was entirely voluntary. Written informed consent was obtained from the legal guardians of all participating children, ensuring compliance with ethical research standards. Additionally, the children provided their assent to participate, affirming their understanding and willingness to be involved in the study.

Participants

This study involved 18 children diagnosed with spastic CP, aged 4–14 years (mean age 7.8 ± 2.5 years, 5 boys, 13 girls). Participants were distributed across GMFCS levels I-IV, reflecting a heterogeneous clinical profile typical of pediatric CP populations. All participants

underwent comprehensive medical, physical, and psychological assessments to determine their eligibility and suitability for hippotherapy. Inclusion criteria were: a confirmed diagnosis of CP, age between 4 and 14 years, GMFCS levels I–IV, the ability to follow simple instructions, independent sitting ability, and a minimum of 20 degrees of hip abduction.

Participants engaged in a structured hippotherapy program. All participants had been receiving conventional therapies prior to study enrollment, which were maintained without changes throughout the intervention period and were not considered part of the study protocol. Exclusion criteria included uncorrected visual and/or auditory impairments, surgical procedures within the past 12 months, or chemical neuromuscular blockade within six months prior to or during the study.

A matched control group of 18 typically developing children, aged 4–14 years (7.8 ± 2.5 years; 8 boys, 10 girls), was included for comparative purposes. Control participants were matched with the CP group by age and sex, and had a minimum of 12 months of horseback riding experience, in order to ensure familiarity with the riding environment. They were recruited from a specialized equestrian school to ensure consistent motor and sensory exposure to horseback riding across groups. Therefore, the group TD supports the analysis of temporal changes and group differences but does not allow definitive conclusions regarding intervention efficacy.

Procedures

Dynamic postural balance

Dynamic postural balance was assessed during horseback riding tasks during hippotherapy sessions, both children with CP and TD children, using a portable pressure measurement system (CONFORMat®, Model 5330, Tekscan, Boston, USA) placed on the

horse's blanket. The system consists of a pressure-sensitive mat with 1024 sensors arranged in a 32 x 32 grid, offering a spatial resolution of 1.47 cm. The mat was connected to a computer via USB. Sensor calibration was performed using the VB5A Vacuum Pressure Calibration System, which standardizes and normalizes the readings according to the manufacturer's specification and previously validated protocols (Fabiana M. Flores et al., 2015).

For data acquisitions, the pressure mat was positioned over the saddle and under a blanket on a Criollo horse. The participants sat on the mat in the riding position with their feet supported by stirrups, allowing accurate measurement of pressure distribution across the buttocks and thigh contact areas.

The system was manually activated from a predefined reference point on the ground, with data acquisition performed over 10 seconds (Espindula et al., 2013; Fabiana Moraes Flores et al., 2019) at a sampling frequency of 100 Hz (Duarte & Freitas, 2010). Data collection took place in a controlled arena measuring 28 m × 12 m with a sand floor. The Criollo horse used for the assessments had a withers height of 1.45 m, weighed 390 kg, and exhibited understepping (hind foot landing behind the forefeet). The horse moved at a self-selected pace, maintaining an average stride speed of 1.25 m/s. Both the horse and assistant guides remained unchanged throughout all assessments to ensure consistency.

Participants completed four randomized tasks: riding in a straight line with open eye (EO), riding in a straight line with closed eye (EC), and riding along a zigzag path with EO and EC. Each task was repeated three times. In the zigzag task, four cones were placed in a straight line, with a distance of 3 meters apart. Key outcome measures included the amplitude of anteroposterior displacement (ACoPap), amplitude of mediolateral displacement (ACoPml), and total path length of the center of pressure (LengthCoP).

Data for the CP group were collected at three time points: baseline (A1), after 20 sessions (A2), and at the conclusion of the 40-session hippotherapy program (A3). The TD

control group, composed of children with prior horseback riding experience, was assessed only once under identical conditions, using the same horse, team, and assessment protocol as applied to the CP children group.

Functional performance

Functional performance data were collected using two different assessment tools at three time points: baseline (A1), after the 20th hippotherapy session (A2), and after the 40th session (A3). The first assessment was the Pediatric Reach Test (PRT). Participants maintained a standardized sitting posture according to the protocol described by Bartlett & Birmingham (Bartlett & Birmingham, 2003). Concurrently, the AccuSway Plus force platform (Advanced Mechanical Technologies, Inc., Watertown, USA) was employed to measure the CoP (Bartlett & Birmingham, 2003; Duncan, Weiner, Chandler, & Studenski, 1990). The following CoP-related variables were analyzed: average speed of the CoP (VAvg), amplitude of displacement in the anteroposterior direction (ACoPap), and amplitude in the mediolateral direction (ACoPml). The force platform also measured the CoP distance, defined as the difference between the initial and final positions, with greater distances indicating better dynamic reach.

Each condition was tested in three trials (Bartlett & Birmingham, 2003), with a 1-minute rest interval between them. The sampling frequency was set at 100 Hz (Duarte & Freitas, 2010), and each trial lasted 8 seconds. Collected data were low-pass filtered at 10 Hz to eliminate high-frequency noise (Stins et al., 2009). The variables were subsequently processed using Balance Clinic software. PRT performance, expressed in centimeters (cm), was also measured manually using a measuring tape to determine the initial and final positions. Measurements were taken in three directions: anterior, left lateral, and right lateral.

In addition to the PRT, the Pediatric Balance Scale (PBS) was used to evaluate functional balance performance in children with CP. The PBS consists of 14 items, each scored on a 0–4–

point scale, with a maximum score of 56. Higher scores indicate better balance. The scale includes a range of tasks designed to assess both static and dynamic balance in daily environments, including home, school, and community settings (Ries et al., 2012).

Intervention

The protocol was conducted at the Hippotherapy Center, using five trained horses (mean wither height 1.43 ± 0.05 m; mean mass 378 ± 31.7 kg), all mixed breed (SRD). Horses were equipped with blankets, straps, and stirrups. Experienced trainers guided the horses throughout the sessions, which were supervised by a licensed physiotherapist. An additional professional was positioned beside the horse to ensure safety and to assist with the activities when necessary.

The physiotherapist, acting as the primary clinician, was responsible for implementing the intervention and overseeing all hippotherapy activities. This included making clinical decisions about each child's participation, ensuring appropriate task intensity, and adapting the intervention to meet individual needs. Participants engaged in a structured 30-minute hippotherapy session once per week for 40 consecutive weeks. Each session began with 20 minutes in an indoor riding arena with a sand floor, followed by 10 minutes in an outdoor arena with an asphalt surface. The intervention followed a standardized protocol, with adaptations made based on the participant's physical fitness, task performance, and fatigue levels. Although the core activities were consistent across participants, the execution time and level of assistance were tailored to each child's capacity for independent task execution. The activities performed during the sessions, adapted from a previous study (Moraes et al., 2020), are detailed in Table 1.

Statistical Analysis

Dynamic postural balance

Descriptive statistics are presented as means \pm standard deviations (SD). The data did not meet normality assumptions (Shapiro-Wilk test). Therefore, to compare CoP behavior across groups (children with CP and TD children) and tasks, a generalized linear model (GLM) was employed. This method offers flexibility in handling different data types and distributions. Given the nonparametric nature of the data, a gamma distribution was used to model CoP variables, with an identity link function, appropriate for continuous positively skewed outcomes modeled on their original scale. Model optimization was performed by selecting the models with the lowest Akaike Information Criterion (AIC) and the Bayesian Information Criterion (BIC) values (de Melo, Daldegan-Bueno, Menezes Oliveira, & de Souza, 2022). Model adequacy was further evaluated through information criteria and inspection of model fit indicators.

Functional performance

Descriptive statistics are presented as means \pm standard deviations (SD). The data did not meet normality assumptions (Shapiro-Wilk test). To assess the effect of the intervention on outcome variables in children with CP at three different time points, a generalized estimation equation (GEE) was employed. This method accounts for repeated measurements taken from the same subjects over time, recognizing the inherent correlation between measurements from the same participant (de Melo et al., 2022; Fabiana Moraes Flores et al., 2019). Given the non-parametric nature of the data, a gamma distribution was applied, with an identity link function.

To both, there were no missing data or imputations. The model was adjusted for potential confounding, including age, weight, sex, GMFCS level, topography, and hip adduction as measured by the Modified Ashworth Scale (MAS). Model fit was optimized by selecting the configuration with the lowest quasi-likelihood under the independence model criterion (QIC). Model adequacy was verified using QIC values and overall model fit diagnostics. Effect sizes were calculated using Cohen's *d*, with thresholds of 0.2 (small), 0.5 (medium), and >0.8 (large)

(Cohen, 2013). Effect sizes were derived from observed means and standard deviations across groups and time points, and are reported to support clinical interpretability and comparability with prior rehabilitation literature. They are presented as complementary descriptive measures of magnitude, while statistical inference is based on the GLM and GEE model outputs. For multiple comparisons, the Bonferroni post hoc test was applied, with statistical significance set at $p < 0.05$. Analyses were performed using SPSS software, version 21.

RESULTS

Participants in the CP were classified by topography, having unilateral ($n = 7$) or bilateral ($n = 11$) involvement. GMFCS levels were distributed as follows: level I ($n = 11$), level II ($n = 2$), level III ($n = 4$), and level IV ($n = 1$). In the intragroup dynamic balance assessment, a significant effect of time was observed exclusively for the LengthCoP variable across specific riding tasks. During the straight-line EO task, a significant reduction over time (Wald = 13.58, $df = 2$, $p = 0.00$), with post hoc differences between A1 (mean: 56.10; CI95%: 49.40 – 63.71) vs. A2 (mean: 43.12; CI95% = 37.45 – 49.65; $p = 0.002$) and A1 (mean: 56.10; CI95%: 49.40 – 63.71) vs. A3 (mean: 41.84; CI95% = 37.88 – 46.23; $p = 0.004$). A similar pattern was identified during the straight-line EC task (Wald = 16.60, $df = 2$, $p < 0.001$), with significant differences between A1 (mean: 59.34; CI95% = 49.99 – 70.44) vs. A2 (mean: 45.20; CI95% = 39.87 – 51.24; $p = 0.001$) and A1 (mean: 59.34; CI95% = 49.99 – 70.44) vs. A3 (mean: 46.30; CI95% = 41.27 – 51.94; $p = 0.019$). In the zigzag EC task, a significant time effect (Wald = 8.45, $df = 2$, $p = 0.015$), driven primarily by improvements between A1 (mean: 53.74; CI95% = 46.90 – 61.58) vs. A2 (mean: 45.51; CI95% = 40.60 – 51.01; $p = 0.019$). These findings, supported by moderate to large effect sizes ($ES = 0.69$ – 1.13), indicate clinically relevant improvements in dynamic postural control during riding tasks, suggesting more efficient postural regulations over the course of the intervention (Table 2).

INSERT TABLE 2 HERE

Regarding functional performance on the RPT test, data were collected from 17 participants, as one child was unable to complete the assessment. A significant effect of time was observed for the RPT variable related to average velocity (VAvg) (Wald = 9.93, df = 2, $p=0.007$), with post hoc analysis revealing a significant improvement between A2 (mean: 2.54; CI95% = 2.25 – 2.88) vs A3 (mean: 3.19; CI95% = 2.75 – 3.70; $p=0.011$). For the anterior reach RPT (measurement in cm), a significant effect of time was observed (Wald = 30.8, df = 2, $p<0.001$). Post hoc comparisons indicated significant improvements across all time points, A1 (mean: 25.71; CI95% = 22.54– 29.34) vs. A2 (mean: 31.35; CI95% = 27.24– 36.09; $p=0.014$), A1 (mean: 25.71; CI95% = 22.54– 29.34) vs. A3 (mean: 37.82; CI95% = 34.98– 40.90; $p<0.001$) and A2 (mean: 31.35; CI95% = 27.24– 36.09) vs. A3 (mean: 37.82; CI95% = 34.98– 40.90; $p=0.004$) (Table 3).

A significant effect of time was observed for the left-side ACoPml in the RPT measurement (Wald = 15.04, df = 2, $p=0.001$). Post hoc analysis revealed significant improvements between A1 (mean: 5.12; CI95% = 4.50– 5.83) vs. A2 (mean: 6.18; CI95% = 5.24– 7.29; $p=0.017$). and A1 (mean: 5.12; CI95% = 4.50– 5.83) vs. A3 (mean: 6.72; CI95% = 5.94 – 7.60; $p=0.001$). Similarly, a significant time effect was found for the left-side VAvg (Wald = 12.81, df = 2, $p=0.002$), with a significant difference identified between A1 (mean: 1.84; CI95% = 1.65 – 2.06) vs. A3 (mean: 2.41; CI95% = 2.14 – 2.71; $p=0.002$). Additionally, for the left-side reach distance (in cm), a significant effect of time was detected (Wald = 25.14, df = 2, $p<0.001$). Post hoc comparisons indicated progressive improvements across all time points, A1 (mean: 10.53; CI95% = 8.86– 12.51) vs, A2 (mean: 14.12; CI95% = 12.38– 16.10; $p<0.001$), A1 (mean: 10.53; CI95% = 8.86– 12.51) vs. A3 (mean: 16.41; CI95% = 14.45– 18.65; $p<0.001$)

and A2 (mean: 14.12; CI95% = 12.38– 16.10) vs. A3 (mean: 16.41; CI95% = 14.45– 18.65; $p=0.006$) Table 3.

For the RPT measurements on the right side ACoPml, a significant effect of time was observed (Wald = 12.35, $df = 2$, $p=0.002$), with a significant improvement between A1 (mean: 4.99; CI95% = 4.34 – 5.74) vs. A3 (mean: 6.37; CI95% = 5.51 – 7.36; $p=0.003$). Additionally, for the right-side reach distance (in cm), a significant time effect was observed (Wald = 19.34, $df = 2$, $p<0.001$), with a significant difference between A1 (mean: 10.88; CI95% = 9.14 – 12.95) vs. A3 (mean: 15.53; CI95% = 13.55 – 17.80; $p<0.001$). These findings were supported by large ES, particularly for functional reach distance in the anterior (ES:1.81), left lateral (ES:1.43), and right lateral directions (ES:1.10), indicating clinically meaningful gains in dynamic sitting balance and functional reach capacity over the course of the intervention (Table 3).

For the PBS variable, a significant time effect was found (Wald = 12.36, $df = 2$, $p=0.002$), with post hoc analysis revealing significant differences between A1 (mean: 40.33; CI95% = 33.26 – 48.91) vs. A2 (mean: 45.94; CI95% = 39.16 – 53.90; $p=0.001$) and A1 (mean: 40.33; CI95% = 33.26 – 48.91) vs. A3 (mean: 48.22; CI95% = 42.42 – 54.81; $p<0.001$). Similarly, the observed time effect, supported by a moderate ES (0.52), indicates clinically meaningful improvements in overall functional balance over the course of the intervention (Table 3).

INSERT TABLE 3 HERE

The dynamic balance assessment included 36 children, with 18 participants in the CP group and 18 in the TD group. For ACoPap, a significant group effect was observed ($p<0.001$), with no effects of task or group-by-task interaction ($p>0.05$). Post hoc analysis indicated significant differences between the CP group at time point A1 (mean: 2.26; CI95% = 2.07– 2.44) and the TD group (mean: 1.54; CI95% = 1.41– 1.67; $p<0.001$), reflecting greater ap displacement in children with CP at A1 (mean: 2.26; CI95% = 2.07– 2.44) after the intervention

A3 (mean: 2.00; CI95% = 1.83– 2.17; $p<0.001$), this difference was no longer observed, indicating comparable ACoPap values between groups (Table 4).

For ACoPml, significant effects were found for the group ($p=0.028$) and task ($p=0.021$), with no group-by-task interaction ($p>0.05$). Post hoc analysis revealed a difference between the CP group at the time point A1 (mean: 3.66; CI95% = 3.41– 3.92), and the TD group (mean: 3.11; CI95% = 2.91– 3; $p=0.002$). This difference persisted at A3 ($p=0.351$), indicating residual ml instability in children with CP despite the intervention (Table 4).

For the LengthCoP, a significant group effect was observed ($p<0.001$), with no effects of task or group-by-task interaction ($p>0.05$). Post hoc analysis revealed a significant difference between the CP group at the time point A1 (mean: 53.63; CI95% = 50.42– 56.84) and the TD group (mean: 44.23; CI95% = 42.23– 47.44; $p<0.001$) however, no difference was observed at A3 ($p=1.000$), indicating clinically meaningful improvements in overall postural stability during riding tasks, with values comparable to those observed in TD children (Table 4).

INSERT TABLE 4 HERE

DISCUSSION

Mediolateral (CoPml) and anteroposterior (CoPap) center of pressure displacements during hippotherapy tasks serve as quantitative markers of dynamic trunk and postural control under ecological movement conditions. This study examined longitudinal changes associated with a 40-session hippotherapy program on dynamic postural balance and functional performance in children with CP. The findings showed significant improvements over time, particularly in the LengthCoP and ACoPml parameters, with notable gains already evident by the 20th session. These improvements were also reflected in functional performance outcomes, including the PRT and PBS, supporting an association between repeated hippotherapy exposure and improved balance-related performance. Post-intervention comparisons indicated that by the

end of the program, children with CP achieved performance levels in several balance parameters that were statistically comparable to those of TD children with prior horseback riding experience. These findings suggest that repeated, structured hippotherapy exposure is associated with clinically relevant motor improvements in this population, in agreement with previous reports (Moraes et al., 2020, 2016).

Furthermore, analysis across different riding tasks—straight-line with EO, EC, and zigzag paths—indicated that postural control was influenced by task complexity and sensory input (Fabiana M. Flores et al., 2015; Fabiana Moraes Flores et al., 2019). Significant improvements over time were observed, especially in the EO and EC conditions, indicating that children with CP benefited from visual input but also developed adaptive responses under visual deprivation (EC), which is consistent with the sensory reweighting mechanism, suggesting enhanced sensory integration and motor planning (Seung Mi et al., 2019). The zigzag EC task, which combined navigational complexity with the absence of visual cues, showed more modest improvements, with significant gains detected only between the baseline and the midpoint of the intervention. This pattern is clinically and neurophysiologically plausible, as tasks requiring simultaneous directional control, trunk rotation, and proprioceptive reliance typically demand greater neuromotor organization and longer practice exposure in children with CP (Winter, Huang, Sertic, & Konczak, 2022).

Although descriptive comparisons suggested differences across riding tasks, not all statistical models demonstrated significant task-by-time interaction effects. This apparent divergence can occur because covariate-adjusted longitudinal models provide conservative average estimates, whereas condition-specific contrasts may highlight directional trends. Therefore, the absence of a statistically significant result at the model level does not necessarily exclude clinically meaningful task-related response patterns. Notably, by the end of the intervention (A3), between-group differences were no longer statistically significant for several

dynamic balance parameters, particularly in LengthCoP and ACoPml during EO and EC conditions, indicating that postural sway values in children with CP became closer to those observed in TD children under these task conditions (Novak et al., 2020; Rigby & Grandjean, 2016; Stergiou et al., 2017).

A relevant finding was the directional difference in response patterns between CoPml and CoPap control. The CoPml measures approached TD values, whereas CoPap displacement remained significantly different after 40 sessions. This should not be interpreted as an intervention failure, but rather as a direction-specific adaptation profile. Mediolateral trunk control during astride tasks is strongly driven by pelvic weight shift and lateral righting reactions continuously stimulated by the horse's tridimensional gait, which produces repeated frontal-plane perturbations and promotes rapid trunk adjustments (Clayton, Kaiser, de Pue, & Kaiser, 2011; Janura, Peham, Dvorakova, & Elfmark, 2009; Rigby & Grandjean, 2016). In contrast, anteroposterior control depends more heavily on anticipatory postural adjustments, feedforward trunk flexor-extensor coordination, and on slower normalization in CP (Novak et al., 2020; Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Stergiou et al., 2017). Thus, mediolateral improvement with persistent anteroposterior deficit represents a plausible neuromotor response pattern rather than an inconsistent outcome.

The improvements observed can be attributed to specific aspects of hippotherapy, especially its multisensory stimulation and the postural demands imposed by horseback riding. The continuous need for postural adjustments in response to the horse's rhythmic gait activates trunk musculature and reinforces postural control mechanisms—key components for achieving proximal stability and improving functional task performance (Clayton et al., 2011; Janura et al., 2009). In addition, tasks performed with EC or along zigzag trajectories introduced higher sensory and coordinative demands, requiring increased integration of vestibular, proprioceptive inputs under reduced visual contribution. The structured repetition across 40 sessions,

combined with progressive task variation and individualized therapist supervision, creates a context consistent with established motor learning principles, including repetition, grade variability, and feedback-guided adaptation (Novak et al., 2020). Together, these elements help explain why balance-related gains were observed not only in instrumented CoP variables (especially LengthCoP and ACoPml) but also in functional performance measures.

From a clinical perspective, the results suggest that children with CP at ambulatory functional levels may obtain measurable trunk and dynamic balance gains after medium-term hippotherapy exposure (A2), with additional improvements over extended protocols (A3). Across the protocol, changes were more consistently detected in LengthCoP and ACoPml, indicating that these variables may be more responsive to longitudinal change within this intervention context. Functional gains observed in RPT and PBS support transfer beyond instrumented measures. These implications should be interpreted as practice-oriented guidance rather than perceptive dosage rules, given sample heterogeneity and concurrent therapies. Overall, the findings indicate consistent and clinically meaningful improvements observed over time; however, given the pre-experimental design and cointerventions, they should be interpreted as evidence of positive association and rehabilitation potential rather than definitive isolated treatment efficacy.

This study has limitations that should be considered when interpreting the findings. The pre-experimental longitudinal design without a randomized CP control group limits causal inference, and the observed improvements should be interpreted as temporally associated with the intervention rather than as definitive isolated treatment effects. Children with CP continued to receive conventional therapies during the study period, and these cointerventions were not experimentally controlled. The TD group was evaluated only once, which prevents longitudinal comparison and does not allow full control for potential task familiarization effects across repeated assessments in the CP group. In addition, part of the

longitudinal gains may reflect maturation and repeated-exposure learning effects. Future controlled and randomized studies with longitudinal CP control groups are needed to confirm the magnitude and specificity of these findings.

CONCLUSIONS

This study provides evidence that a structured 40-session hippotherapy protocol was associated with improvements in dynamic postural balance and functional performance in children with CP. The significant improvements observed in key postural control parameters—specifically LengthCoP and ACoPml—highlight the responsiveness of these objective measures to therapeutic equine-assisted interventions. By the end of the protocol, several mediolateral and total sway parameters reached ranges statistically comparable to those observed in TD peers with riding experience, although not all postural control variables showed full convergence. These findings indicate clinically relevant improvements rather than complete normalization across all control directions.

A particularly relevant contribution of this study lies in the detailed analysis of CoP behavior under varied task conditions (EO, EC, and zigzag paths), revealing the importance of sensory integration and task complexity in motor adaptation. By including both intra-group and inter-group comparisons across multiple time points, the study provides additional insights into how different components of dynamic balance evolve during the course of hippotherapy. Moreover, the use of real-time CoP metrics during functional riding activities represents an innovative and ecologically valid approach to capturing motor changes in a naturalistic setting.

Clinically, these findings support considering hippotherapy as a complementary component within multidisciplinary rehabilitation programs for children with CP who match the studied clinical profile. The structured and individualized nature of the intervention, along with the progressive challenge introduced by the riding tasks, reinforces the role of

hippotherapy as a dynamic and adaptive modality associated with meaningful motor and postural gains within the evaluated protocol.

REFERENCES

- Bartlett, D., & Birmingham, T. (2003). Validity and Reliability of a Pediatric Reach Test: *Pediatric Physical Therapy*, *15*(2), 84–90. <https://doi.org/10.1097/01.PEP.0000067885.63909.5C>
- Clayton, H. M., Kaiser, L. J., de Pue, B., & Kaiser, L. (2011). Center-of-pressure movements during equine-assisted activities. *The American Journal of Occupational Therapy: Official Publication of the American Occupational Therapy Association*, *65*(2), 211–216. <https://doi.org/10.5014/ajot.2011.000851>
- Cohen, J. (2013). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Academic Press.
- de Melo, M. B., Daldegan-Bueno, D., Menezes Oliveira, M. G., & de Souza, A. L. (2022). Beyond ANOVA and MANOVA for repeated measures: Advantages of generalized estimated equations and generalized linear mixed models and its use in neuroscience research. *The European Journal of Neuroscience*, *56*(12), 6089–6098. <https://doi.org/10.1111/ejn.15858>
- Duarte, M., & Freitas, S. M. S. F. (2010). Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, *14*, 183–192. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552010000300003>
- Duncan, P. W., Weiner, D. K., Chandler, J., & Studenski, S. (1990). Functional Reach: A New Clinical Measure of Balance. *Journal of Gerontology*, *45*(6), M192–M197. <https://doi.org/10.1093/geronj/45.6.M192>
- Espindula, A. P., Assis, I. S. A. D., Simões, M., Ribeiro, M. F., Ferreira, A. A., Ferraz, P. F., ... Teixeira, V. D. P. A. (2014). Material de montaria para equoterapia em indivíduos com síndrome de Down: Estudo eletromiográfico. *ConScientiae Saúde*, *13*(3), 349–356. <https://doi.org/10.5585/conssaude.v13n3.4939>
- Espindula, A. P., Simões, M., Assis, I. S. A. D., Fernandes, M., Ferreira, A. A., Ferraz, P. F., ... Teixeira, V. D. P. A. (2013). Análise eletromiográfica durante sessões de equoterapia em praticantes com paralisia cerebral. *ConScientiae Saúde*, *11*(4), 668–676. <https://doi.org/10.5585/conssaude.v11n4.3276>
- Fernández-Gutiérrez, C., Apolo-Arenas, M. D., Martínez-García, Y., & Caña-Pino, A. (2015). Efectos de la hipoterapia en la estabilidad postural en parálisis cerebral infantil: A propósito de un caso clínico. *Fisioterapia (Madr., Ed. impr.)*, 135–139. Recuperado de <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ibc-138411>
- Flores, Fabiana M., Dagnese, F., Mota, C. B., & Copetti, F. (2015). Parameters of the center of pressure displacement on the saddle during hippotherapy on different surfaces. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, *19*, 211–217. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0090>
- Flores, Fabiana Moraes, Dagnese, F., & Copetti, F. (2019). Do the type of walking surface and the horse speed during hippotherapy modify the dynamics of sitting postural control in children with cerebral palsy? *Clinical Biomechanics*, *70*, 46–51. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2019.07.030>

- Graham, H. K., Rosenbaum, P., Paneth, N., Dan, B., Lin, J.-P., Damiano, D. L., ... Lieber, R. L. (2016). Cerebral palsy. *Nature Reviews. Disease Primers*, 2, 15082. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2015.82>
- Hennig, V. E., Luís da Silva, A., Zanetti, M. S., & Copetti, F. (2024). Changes in trunk postural control with different types of mounts with relevance for hippotherapy. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 40, 486–492. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2024.04.057>
- Janura, M., Peham, C., Dvorakova, T., & Elfmark, M. (2009). An assessment of the pressure distribution exerted by a rider on the back of a horse during hippotherapy. *Human Movement Science*, 28(3), 387–393. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2009.04.001>
- Jr, B. G. J., Ag, F. de O., Sa, C., Kg, J., & Lv, B. M. (2020). Neuromuscular activation analysis of the trunk muscles during hippotherapy sessions. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 24(3). <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.02.029>
- Kang, H., Jung, J., & Yu, J. (2012). Effects of Hippotherapy on the Sitting Balance of Children with Cerebral Palsy: A Randomized Control Trial. *Journal of Physical Therapy Science*, 24(9), 833–836. <https://doi.org/10.1589/jpts.24.833>
- Kwon, J.-Y., Chang, H. J., Lee, J. Y., Ha, Y., Lee, P. K., & Kim, Y.-H. (2011). Effects of hippotherapy on gait parameters in children with bilateral spastic cerebral palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92(5), 774–779. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.11.031>
- Kwon, J.-Y., Chang, H. J., Yi, S.-H., Lee, J. Y., Shin, H.-Y., & Kim, Y.-H. (2015). Effect of hippotherapy on gross motor function in children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Journal of Alternative and Complementary Medicine (New York, N.Y.)*, 21(1), 15–21. <https://doi.org/10.1089/acm.2014.0021>
- Lee, C.-W., Kim, S. G., & Na, S. S. (2014). The effects of hippotherapy and a horse riding simulator on the balance of children with cerebral palsy. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(3), 423–425. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.423>
- MacPhail, H. E. A., Edwards, J., Golding, J., Miller, K., Mosier, C., & Zwiers, T. (1998). Trunk Postural Reactions in Children with and Without Cerebral Palsy During Therapeutic Horseback Riding. *Pediatric Physical Therapy*, 10(4), 143–147. <https://doi.org/10.1097/00001577-199801040-00002>
- Menezes, K. M., Graup, S., Farias, M. S. de, David, A. C. de, Mota, C. B., & Copetti, F. (2019). ACELERAÇÕES NA INTERFACE CAVALO-CAVALEIRO: REPERCUSSÕES PARA A HIPOTERAPIA. *Journal of Physical Education*, 30, e3049. <https://doi.org/10.4025/jphyseduc.v30i1.3049>
- Moraes, A. G., Copetti, F., Ângelo, V. R., Chiavoloni, L., & de David, A. C. (2020). Hippotherapy on postural balance in the sitting position of children with cerebral palsy—Longitudinal study. *Physiotherapy Theory and Practice*, 36(2), 259–266. <https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1484534>
- Moraes, A. G., Copetti, F., Angelo, V. R., Chiavoloni, L. L., & David, A. C. (2016). The effects of hippotherapy on postural balance and functional ability in children with cerebral palsy. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(8), 2220–2226. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.2220>
- Mutoh, T., Mutoh, T., Tsubone, H., Takada, M., Doumura, M., Ihara, M., ... Ihara, M. (2019). Effect of hippotherapy on gait symmetry in children with cerebral palsy: A pilot study. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 46(5), 506–509. <https://doi.org/10.1111/1440-1681.13076>

- Novak, I., Morgan, C., Fahey, M., Finch-Edmondson, M., Galea, C., Hines, A., ... Badawi, N. (2020). State of the Evidence Traffic Lights 2019: Systematic Review of Interventions for Preventing and Treating Children with Cerebral Palsy. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, 20(2), 3. <https://doi.org/10.1007/s11910-020-1022-z>
- Palisano, R., Rosenbaum, P., Walter, S., Russell, D., Wood, E., & Galuppi, B. (1997). Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 39(4), 214–223. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1997.tb07414.x>
- Patel, D. R., Neelakantan, M., Pandher, K., & Merrick, J. (2020). Cerebral palsy in children: A clinical overview. *Translational Pediatrics*, 9(S1), S125–S135. <https://doi.org/10.21037/tp.2020.01.01>
- Reubens, R., & Silkwood-Sherer, D. J. (2016). Intervention for an Adolescent With Cerebral Palsy During Period of Accelerated Growth. *Pediatric Physical Therapy: The Official Publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association*, 28(1), 117–125. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000223>
- Ribeiro, M. F., Espindula, A. P., Lage, J. B., Bevilacqua Júnior, D. E., Diniz, L. H., Mello, E. C. de, ... Teixeira, V. de P. A. (2019). Analysis of the electromyographic activity of lower limb and motor function in hippotherapy practitioners with cerebral palsy. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 23(1), 39–47. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.12.007>
- Ries, L. G. K., Michaelsen, S. M., Soares, P. S. A., Monteiro, V. C., & Allegretti, K. M. G. (2012). Cross-cultural adaptation and reliability analysis of the Brazilian version of Pediatric Balance Scale (PBS). *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 16(3), 205–215. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552012005000026>
- Rigby, B. R., & Grandjean, P. W. (2016). The Efficacy of Equine-Assisted Activities and Therapies on Improving Physical Function. *Journal of Alternative and Complementary Medicine (New York, N.Y.)*, 22(1), 9–24. <https://doi.org/10.1089/acm.2015.0171>
- Rosenbaum, P., & Gorter, J. W. (2012). The “F-words” in childhood disability: I swear this is how we should think! *Child: Care, Health and Development*, 38(4), 457–463. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2214.2011.01338.x>
- Rosenbaum, Peter, Paneth, N., Leviton, A., Goldstein, M., Bax, M., Damiano, D., ... Jacobsson, B. (2007). A report: The definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Developmental Medicine and Child Neurology. Supplement*, 109, 8–14.
- Seung Mi, Y., Ji Young, L., Hye Yeon, S., Yun Sik, S., & Jeong Yi, K. (2019). Factors Influencing Motor Outcome of Hippotherapy in Children with Cerebral Palsy. *Neuropediatrics*, 50(03), 170–177. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1685526>
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2007). *Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Silkwood-Sherer, D. J., Killian, C. B., Long, T. M., & Martin, K. S. (2012). Hippotherapy--an intervention to habilitate balance deficits in children with movement disorders: A clinical trial. *Physical Therapy*, 92(5), 707–717. <https://doi.org/10.2522/ptj.20110081>
- Silkwood-Sherer, D. J., & McGibbon, N. H. (2022). Can hippotherapy make a difference in the quality of life of children with cerebral palsy? A pragmatic study. *Physiotherapy Theory and Practice*, 38(3), 390–400. <https://doi.org/10.1080/09593985.2020.1759167>

- Silva, M. A. B., Lupianhes, A. F. G., Lage, J. B., Sande, L. A. P., Rosa, R. C., Lombardi, L. A., & Espindula, A. P. (2021). Electromyographic analysis of muscle activation of the trunk and lower limbs during human gait and hippotherapy using different ride mount materials. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 27, 507–511. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.02.013>
- Stergiou, A., Tzoufi, M., Ntzani, E., Varvarousis, D., Beris, A., & Ploumis, A. (2017). Therapeutic Effects of Horseback Riding Interventions: A Systematic Review and Meta-analysis. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 96(10), 717–725. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000726>
- Stins, J. F., Ledebt, A., Emck, C., van Dokkum, E. H., & Beek, P. J. (2009). Patterns of postural sway in high anxious children. *Behavioral and Brain Functions: BBF*, 5, 42. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-5-42>
- Tsai, C.-L., & Wu, S.-K. (2008). Relationship of Visual Perceptual Deficit and Motor Impairment in Children with Developmental Coordination Disorder. *Perceptual and Motor Skills*, 107(2), 457–472. <https://doi.org/10.2466/pms.107.2.457-472>
- Vidal, A., Fernandes, J. M. G. D. A., Gutierrez, I. C. D. R., Silva, F. C. D., Silva, R., & Gutierrez Filho, P. J. B. (2021). Effects of weekly hippotherapy frequency on gross motor function and functional performance of children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Motricidade*, Vol. 17 (2021): <https://doi.org/10.6063/MOTRICIDADE.23847>
- Winter, L., Huang, Q., Sertic, J. V. L., & Konczak, J. (2022). The Effectiveness of Proprioceptive Training for Improving Motor Performance and Motor Dysfunction: A Systematic Review. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, 3, 830166. <https://doi.org/10.3389/fresc.2022.830166>
- Wood, W. H., & Fields, B. E. (2021). Hippotherapy: A systematic mapping review of peer-reviewed research, 1980 to 2018. *Disability and Rehabilitation*, 43(10), 1463–1487. <https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1653997>
- Yi, S.-H., Hwang, J., Kim, S., & Kwon, J.-Y. (2012). Validity of Pediatric Balance Scales in Children with Spastic Cerebral Palsy. *Neuropediatrics*, 43(06), 307–313. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1327774>

Table 1. Description of the Intervention Protocol.

Stretching and warming up (5 minutes)		Surface
21	Hands on horse's neck	Sand
22	Hands on horse's hip	Sand
23	Right hand on the left foot	Sand
24	Left hand on the right foot	Sand
25	180° shoulder abduction while holding a hoop	Sand
26	Left knee extension	Sand
27	Right knee extension	Sand
Balance, mobility and functional exercises (23 minutes)		
28	Serpentine movement throwing hoops on cone	Sand
29	Throw and grab a ball	Sand
30	Cones with an approximate distance of 2 meters between 4 cones, performing shoulder abduction at 90° and 180° and shoulder flexion at 90°	Sand
31	Blindfolds while the horse moves in a straight line and curves	Sand
32	Facing the horse's head, side or back, performing shoulder abduction at 90° and 180° and shoulder flexion at 90°	Sand
33	Standing on the stirrups	Sand
34	Increase and decrease the frequency, amplitude, and speed of the horse's stride, and stop and go	Asphalt Grass
35	Uphill and downhill rides	Asphalt
36	Memory game (1°: lie down; 2°: sit down; 3°: hands on head; 4°: hands on belly; 5°: rotate arms)	Sand Sand
37	Conduct independent horse (walk/trot) *	
38	Dual task: conduct the horse to a marked place, memorize words, and return and speak the memorized words*	Sand
39	Short obstacle courses*	
Cooling-down (2 minutes)		
40	Hug on the horse	Sand

Note: during exercises 1-16, the horse was led by a horse handler; * indicates the exercises that were performed by the children able to conduct the horse independently.

Table 2. Comparison of CoP behavior in different tasks between moments in the CP group (n-18).

Tasks	A1	A2	A3	ES (A1-A3)
Straight-line EO				
ACoPap cm	2.31±1.18	2.15±1.07	1.85±0.62	0.50
ACoPml cm	3.46±1.06	3.50±1.55	3.01±0.91	0.57
LengthCoP cm ²	56.10±15.90	43.12±13.54*	41.85±9.28*	1.13
Straight-line EC				
ACoPap cm	2.55±1.35	2.65±2.79	2.07±0.60	0.47
ACoPml cm	3.95±1.46	4.82±5.76	3.57±1.26	0.29
LengthCoP cm ²	59.34±22.66	45.20±12.63*	46.30±11.86*	0.74
Zigzag EO				
ACoPap cm	2.33±1.12	2.21±0.86	1.94 ± 0.54	0.46
ACoPml cm	3.73±1.23	3.91±1.70	3.32±1.06	0.37
LengthCoP cm ²	49.40±14.88	44.64 ± 10.56	41.32±8.49	0.69
Zigzag EC				
ACoPap cm	2.31±1.03	2.32±0.87	2.11±0.69	0.23
ACoPml cm	3.96±1.07	5.02±5.50	3.56±1.16	0.37
LengthCoP cm ²	53.74±16.30	45.52±11.56*	44.94±9.02	0.69

Cerebral Palsy (CP); Center of pressure (CoP); Amplitude of displacement of the anteroposterior directions (ACoPap); Amplitude of displacement of mediolateral directions (ACoPml); Total path length of the center of pressure (LengthCoP); Eye open (EO); Eye closed (EC); centimeters (cm); square centimetre (cm²); *: significant difference compared to moment A1; #: significant difference compared to moment A2; ($p < 0.05$; post hoc – Bonferroni); Effect Sizes (ES).

Table 3. Comparison of CoP behavior during the RPT (n-17) and PBS test (n-18) between moments in the CP group.

VARIABLES	A1	A2	A3	ES
RPT. Anterior reach ACoPap cm	7.35±3.60	8.12±3.20	9.29±3.46	-0.57
RPT. Anterior reach VAvg cm/s	2.24±0.90	2.00±0.71	2.65±1.11#	-0.42
RPT. Anterior reach cm	25.71±7.37	31.35±9.57*	37.82±6.41*#	-1.81
RPT. Left Side ACoPml cm	5.13±1.44	6.19±2.21*	6.72±1.80*	-1.01
RPT. Left Side VAvg cm/s	1.85±0.44	2.09±0.70	2.41±0.61*	-1.09
RPT. Left Side cm	10.53±3.94	14.12±4.01*	16.41±4.54*#	-1.43
RPT. Right Side ACoPml cm	4.53±1.62	5.18±2.56	5.94±1.95*	-0.81
RPT. Right Side VAvg cm/s	1.98±0.39	2.07±0.68	2.18±0.40	-0.52
RPT. Right Side cm	10.88±4.11	13.47±6.35	15.53±4.60*	-1.10
PBS	40.33±17.33	45.94±16.35*	48.22±13.76*	-0.52

Cerebral Palsy (CP); Center of pressure (CoP); Test Pediatric Reach (RPT); Amplitude of displacement of the anteroposterior directions (ACoPap); Average CoP Speed (VAvg); Amplitude of displacement of mediolateral directions (ACoPml); centimeters (cm); centimetres per second (cm/s); Pediatric Balance Scale (PBS); *: significant difference compared to moment A1; #: significant difference compared to moment A2; ($p < 0,05$; post hoc – Bonferroni); Effect Sizes (ES).

Table 4. Comparison of ACoPap, ACoPml, and LengthCoP behavior in different groups (n-36).

Comparison of ACoPap cm						
GROUPS		GROUPS	Dif. Mean	SE	z	<i>p</i> _{bonferroni}
TD	-	CP-A1	-0.72	0.12	-6.21	< .001
TD	-	CP -A3	-0.46	0.11	-4.33	< .001
Comparison of ACoPml cm						
GROUPS		GROUPS	Dif. Mean	SE	z	<i>p</i> _{bonferroni}
TD	-	CP-A1	-0.55	0.16	-3.36	0.002
TD	-	CP -A3	-0.24	0.16	-1.57	0.351
Comparison of LengthCoP cm ²						
GROUPS		GROUPS	Dif. Mean	SE	z	<i>p</i> _{bonferroni}
TD	-	CP-A1	-8.79	2.08	-4.22	< .001
TD	-	CP -A3	1.12	1.87	0.60	1.000

Cerebral Palsy (CP); Typical Development (TD); Amplitude of displacement of the anteroposterior directions (ACoPap); Amplitude of displacement of mediolateral directions (ACoPml); Total path length of the center of pressure (LengthCoP); square centimetre (cm²); centimeters (cm); Mean Difference (Dif); Standard Error (SE); (*p*<0,05; post hoc – Bonferroni).

1. CARDIOVASCULAR (Trombose. cardiopatia congênita. arritmia. hemofilia. etc.)			
SISTEMA E/OU ÁREA	SIM	NÃO	COMENTÁRIOS IMPORTANTES
2. COGNITIVA (deficiência intelectual. dificuldade de aprendizagem. etc.)			
3. DERMATOLÓGICA E ALÉRGICA (úlceras. psoríase. dermatite de contato. etc.)			
4. IMUNOLÓGICO (doenças)			
SISTEMA E/OU ÁREA	SIM	NÃO	COMENTÁRIOS IMPORTANTES
5. LINGUAGEM (atraso. ausência. etc.)			
6. ONCOLÓGICA			
7. ORTOPÉDICA (luxações espondiloses. alterações musculares. etc.)			Raio-X: data ____/____/____ Resultado:
8. PNEUMOLÓGICA (tumores. asma. enfisema. etc.)			
9. PROTOLOGICA (hemorroida. prolapso retal. etc.)			
10. PSICOLÓGICA (aspectos afetivos. emocionais e sociais)			
11. PSIQUIÁTRICA (psicose. stress agudo. esquizofrênico etc.)			
12. UROLÓGICA (tumor. hérnia inguinal-escrotal. infecções)			
13. VESTIBULAR (déficit auditivo. labirintite aguda. etc.)			
14. VISUAL			
15. DORES (agudas ou crônicas)			

Indico o tratamento equoterápico: SIM NÃO para o paciente:

JUSTIFICATIVA. caso presente alguma das situações especiais anteriores:

NOME DO MÉDICO: _____

LOCAL E DATA: _____/_____/_____

ASSINATURA CRM/CARIMBO

EMAIL E OU WHATSAPP PARA CONTATO: _____



ANEXO 2 – AVALIAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA
CENTRO BÁSICO DE EQUOTERAPIA GENERAL CARRACHO – CBEGC

O Cavalo Transformando Vidas



AVALIAÇÃO FISIOTERÁPICA

NOME DO
 PACIENTE: _____ DN: ____ / ____ / ____

DIAGNÓSTICO
 CLÍNICO: _____

DIAGNÓSTICO
 FISIOTERÁPICO: _____

PERÍODO PRÉ-NATAL - HISTÓRIA GESTACIONAL:

PERÍODO PERI-NATAL

PARTO:	CHORO:	APGAR:
PESO:	COMPRIMENTO:	
IDADE GESTACIONAL:		

PERÍODO PÓS-NATAL

COMPLICAÇÕES:	UTI:	TEMPO:
ALTA HOSPITALAR:	IDADE PRIMEIRO DIAGNÓSTICO:	

SAÚDE GERAL DO PACIENTE

	SIM	NÃO	CONSIDERAÇÕES:
--	-----	-----	----------------

CONVULSÕES ANTERIORES:			
CONVULSÕES ATUAIS:			Frequência:
MEDICAMENTOS:			
CONSTIPAÇÃO			
REFLUXO GASTROESOFÁGICO:			
AUDIÇÃO:			
VISÃO:			
SONO:			
INTERVENÇÕES CIRÚRGICAS:			
ALERGIAS:			

FORMA DE COMUNICAÇÃO

	SIM	NÃO	CONSIDERAÇÕES
FALA			
GESTOS			
USO DOS OLHOS			

TRATAMENTOS ANTERIORES/ATUAIS

TTOs Anteriores					
TTOs Atuais					

IDADE DAS AQUISIÇÕES MOTORAS

SUSTENTAÇÃO DE CABEÇA:
SENTAR:
ENGATINHAR/ ARRASTAR:
ANDAR:

QUEIXA PRINCIPAL

QUADRO ATUAL

--

LOCOMOÇÃO ATUAL:
MOBILIDADE ARTICULAR:
RESTRIÇÕES:
DEFORMIDADES

ÓRTESES/PROTESES

TÔNUS MUSCULAR: Escala de Ashworth Modificada de 5 pontos

-1 = Hipotonia	0= Tônus normal.	1= Discreto aumento do tônus.	2=Aumento mais pronunciado do tônus.	3=Aumento considerável do tônus.	4=Articulação afetada rígida em flexão ou extensão.
Resultado da Escala de Ashworth Modificada – SCORE OBTIDO:					

ESCALA DE TÔNUS ADUTOR DOS QUADRIS (caso Escala de Ashworth \geq 1)

0=Sem aumento no tônus muscular.	1=Tônus aumentado fácil abdução dos quadris a 90º por uma pessoa.	2=Abdução dos quadris a 90º por uma pessoa com discreto esforço.	3=Abdução dos quadris a 90º por uma pessoa com discreto esforço.	4=se requerem duas pessoas para se conseguir a abdução dos quadris.
Resultado da Escala de Tônus Adutor dos Quadris – SCORE OBTIDO:				

GRAU DE AMPLITUDE DE ABDUÇÃO DE QUADRIL (GONIOMETRIA): D:_____ E:_____

- Em caso de grau \leq a 15. caracteriza impossibilidade de montaria clássica e/ou montaria invertida.

EQUILÍBRIO ESTÁTICO / DINÂMICO

COORDENAÇÃO MOTORA
MARCHA

PREENSÃO VOLUNTÁRIA

 PALMAR PINÇA NÃO POSSUE

TÔNUS MUSCULAR – DESCRIVER:

CONCLUSÃO / INDICAÇÃO PARA EQUOTERAPIA

Nome: _____ CREDITO: _____

Data: ____/____/____.

 Assinatura/Carimbo

E-mail e ou WhatsApp para contato:

Associação Nacional de Equoterapia – ANDE-BRASIL - CNPJ: 26.410.860/0001-97 *Convênios:*

Granja do Torto – CEP: 70636-000 – Brasília-DF / Fone: (61) 3468-7092/ 4141-0624

Website: www.equoterapia.o



ANEXO 3 – AVALIAÇÃO PSICOLÓGICA



CENTRO BÁSICO DE EQUOTERAPIA GENERAL CARRACHO – CBEGC
O Cavalo Transformando Vidas



ASPECTOS PSICOLÓGICOS

DADOS PESSOAIS DO AVALIADO

NOME: _____ DN: ____/____/____.

DIAGNÓSTICO CLÍNICO: _____ CID: _____

QUEIXA PRINCIPAL: _____

	SIM	NÃO	
JÁ FEZ EQUOTERAPIA ANTES?			ONDE? HÁ QUANTO TEMPO?
CRIANÇA PLANEJADA?			
ACOMPANHAMENTO PRÉ-NATAL?			
CHORO AO NASCER?			
ALIMENTAÇÃO: SEIO MAMADEIRA			

SAÚDE
ALERGIAS:
CONVULSÕES? CONTROLADAS? TIPO?
DOENÇAS SIGNIFICATIVAS – TRAUMAS:
DIGESTÃO:
TRANSTORNO ALIMENTAR:
RESPIRAÇÃO:
SONO:
DÉFICIT COGNITIVO:
ROTINA
BRINCADEIRAS (ONDE. COMO. COM QUEM):
PREFERÊNCIAS E AVERSÕES:
ACEITA MUDANÇAS EM SUA ROTINA?

Considerações sobre a rotina:

VIDA EM FAMÍLIA:
NÚCLEO FAMILIAR:
EDUCAÇÃO (LIMITES. NEGOCIAÇÕES. REPREENSÕES...)
IRMÃOS EM ORDEM CRONOLÓGICA:
LAZER:
IDEOLOGIA RELIGIOSA:

LEGENDA PARA PREENCHIMENTO: S = SIM N = NÃO NO = NÃO OBSERVADO P = PARCIALEMENTE

CUIDADOS PESSOAIS					
	S	N	NO	P	COMENTÁRIOS
EXECUTA HIGIENE PESSOAL SOZINHO(A)					
VESTE AS ROUPAS/SAPATOS SOZINHO(A)					
SE ALIMENTA SOZINHO(A)					
TRAÇOS DE PERSONALIDADE					
EXTROVERSÃO					
FOBIA					
OBSESSÃO					
INTROVERSÃO					
ANSIEDADE					
HISTERIA					
DEPENDÊNCIA EMOCIONAL					
TIMIDEZ					

LINGUAGEM					
VERBAL COMPREENSIVA					
GESTUAL					
GRITOS					
MÍMICA FACIAL					
MONOSSÍLABOS					
FRASES CURTAS					
FRASES COMPLETAS					
COMPREENSÃO					
COMPREENDE ORDENS					
EXECUTA ORDENS VERBAIS SIMPLES					
EXECUTA ORDENS COMPLEXAS					
SAÚDE MENTAL					
	S	N	NO	P	COMENTÁRIOS
APRESENTA CONFUSÃO MENTAL					
APRESENTA DELÍRIOS					
APRESENTA ALUCINAÇÕES					
SOCIALIZAÇÃO					
INTERAGE BEM COM OUTRAS CRIANÇAS					
INTERAGE BEM COM ADULTOS					
BUSCA CONTATO SOCIAL					
TEM OPORTUNIDADE DE CONTATO					
FAZ CONTATO VISUAL					
COMPORTEMENTO					
AGITAÇÃO					
TOLERÂNCIA À FRUSTRAÇÃO					
RESPEITAR LIMITES E REGRAS					
OPOSIÇÃO					
ATENÇÃO/CONCENTRAÇÃO					
HABILIDADE SOCIAIS					
PASSIVIDADE					
AUTOAGRESSIVIDADE					
HETEROAGRESSIVIDADE					
ASSERTIVIDADE					
AFETIVIDADE					
DEMONSTRA CARINHO ESPECIAL POR ALGUÉM					

Data ____/____/____.

_____ CRP _____

Assinatura e Carimbo

E-mail e ou whatsapp para contato:

Associação Nacional de Equoterapia – ANDE-BRASIL - CNPJ: 26.410.860./0001-97
Granja do Torto – CEP: 70636-000 – Brasília-DF / Fone: (61) 3468-7092/ 4141-0624
Website: www.equoterapia.org.br / e-mail: centroequoterapia@equoterapia.org.br

Convênios:



ANEXO 4 – PROTOCOLO DE INTERVENÇÃO

Módulo 1: Enfoque no equilíbrio postural em crianças com PC

O quadro abaixo contém os objetivos específicos do módulo com enfoque no equilíbrio postural de crianças com PC divididos em níveis de complexidade dos próprios objetivos e dentro de cada objetivo.

Encilhamento do cavalo: Manta com alça flexível e estribos fechados.

	Nível de dificuldade entre objetivos	Objetivos específicos	Exemplos de atividades	Nível de dificuldade intraobjetivos		
				Fácil	Médio	Difícil
1	Fácil	Alongar musculatura de tronco e MMSS	Com o cavalo ao passo em posição clássica com a postura o mais ereta possível (pose de cavaleiro/amazona) colocar as mãos no pescoço do cavalo o mais distante possível para alongamento efetivo, mantendo-se os membros superiores em extensão. Cabeça em linha média olhando para o horizonte. Manter por 20". Pés nos estribos. Terreno de areia.	Em decúbito ventral abraçar o cavalo com assistência mínima dos mediadores. 10" com a cabeça lateralizada para a direita e 10" para a esquerda.	Realizar o alongamento de modo ativo-assistido e manter pelo tempo previsto.	Realizar o alongamento de modo ativo e manter pelo tempo previsto. Difícil + = realizar conduzindo o cavalo

2	Fácil	Alongar musculatura de tronco e MMSS	Com o cavalo ao passo em posição clássica com a postura o mais ereta possível (pose de cavaleiro/amazona) colocar as mãos na anca do cavalo o mais distante possível para alongamento efetivo, mantendo-se os membros superiores sem extensão. Salientar para a extensão do tronco. Cabeça em linha média olhando para o horizonte. Manter por 20". Pés nos estribos. Terreno de areia.	Em decúbito dorsal com assistência mínima dos mediadores, realizar flexão dos MMSS a 180° por 20".	Realizar o alongamento de modo ativo-assistido e manter pelo tempo previsto.	Realizar o alongamento de modo ativo e manter pelo tempo previsto. Difícil + = realizar conduzindo o cavalo
3	Médio	Alongar musculatura de tronco e MMSS, dissociar cinturas (escapular e pélvica) e aprimorar lateralidade	Com o cavalo ao passo, tocar o pé esquerdo com a mão direita e manter a posição por 20". Pés nos estribos. Terreno de areia.	Realizar a tarefa de modo ativo-assistido (menor assistência possível) alcançando a coxa e mantendo a posição pelo tempo previsto.	Realizar a tarefa de modo ativo alcançando a perna (região lateral e abaixo do joelho) e mantendo a posição pelo tempo previsto.	Realizar a tarefa de modo ativo alcançando o pé e mantendo a posição pelo tempo previsto. Difícil + = realizar conduzindo o cavalo

4	Médio	Alongar musculatura de tronco e MMSS, dissociar cinturas (escapular e pélvica) e aprimorar lateralidade	Com o cavalo ao passo, tocar o pé direito com a mão esquerda e manter a posição por 20". Pés nos estribos. Terreno de areia.	Realizar a tarefa de modo ativo-assistido (menor assistência possível) alcançando a coxa e mantendo a posição pelo tempo previsto.	Realizar a tarefa de modo ativo alcançando a perna (região lateral e abaixo do joelho) e mantendo a posição pelo tempo previsto.	Realizar a tarefa de modo ativo alcançando o pé e mantendo a posição pelo tempo previsto. Difícil + = realizar conduzindo o cavalo
5	Médio	Alongar musculatura de tronco e MMSS	Com o cavalo ao passo em posição clássica com a postura o mais ereta possível (pose de cavaleiro/amazona) segurar uma argola acima da cabeça com os braços estendidos por 20". Pés nos estribos. Terreno de areia.	Realizar a tarefa de modo ativo-assistido ou passivo na amplitude máxima de extensão dos membros superiores. Se o/a praticante não tiver preensão palmar, realiza-se o movimento sem segurar a argola.	Realizar a tarefa de modo ativo-assistido apenas para completar o ângulo do movimento do cotovelo, para manter a posição nos segundos finais ou para corrigir posturas inadequadas de compensações. Ou realizar de modo ativo com extensão incompleta do cotovelo (no entanto, deve-se obter mais de 50% da ADM).	Realizar a tarefa de modo ativo, mantendo a posição com a extensão completa do cotovelo pelo tempo previsto. Sem qualquer tipo de auxílio. Difícil + = realizar conduzindo o cavalo

6	Difícil	Alongar musculatura deMI, aprimorar esquema corporal, coordenação e lateralidade.	Com o cavalo ao passo em posição clássica com a postura o mais ereta possível (pose de cavaleiro/amazona) retirar o pé esquerdo do estribo e realizar a extensão do joelho esquerdo por 20". Ter cuidado com posturas de compensações e ressaltar a ponta do pé para cima (apontando para o céu). Pé direito no estribo. Terreno de areia.	Realizar a tarefa de modo passivo seja pela dificuldade na manutenção da posição pelo tempo previsto. Seja para corrigir posturas inadequadas de compensação. Para realizar a extensão completa do joelho ou para posicionar adequadamente o pé. Ou realizar de modo ativo-assistido com o cavalo parado.	Realizar a tarefa de modo ativo -assistido apenas para completar o ângulo do movimento do joelho, para posicionamento adequado do pé, para manter a posição nos segundos finais ou para corrigir posturas inadequadas de compensações.	Realizar a tarefa de modo ativo, mantendo a posição com a extensão completa de joelho pelo tempo previsto. Sem posturas inadequadas de compensações. Com o pé devidamente posicionado. Sem qualquer tipo de auxílio. Difícil + = realizar conduzindo o cavalo
7	Difícil	Alongar musculatura deMI, aprimorar esquema corporal, coordenação e lateralidade.	Com o cavalo ao passo em posição clássica com a postura o mais ereta possível (pose de cavaleiro/amazona) retirar o pé direito do estribo e realizar a extensão do joelho direito por 20". Ter cuidado com posturas de compensações e ressaltar a ponta do pé para cima (apontando para o céu). Pé esquerdo no estribo. Terreno de areia.	Realizar a tarefa de modo passivo seja pela dificuldade na manutenção da posição pelo tempo previsto. Seja para corrigir posturas inadequadas de compensação. Para realizar a extensão completa do joelho ou para posicionar adequadamente o pé. Ou realizar de modo ativo -assistido com o cavalo parado.	Realizar a tarefa de modo ativo -assistido apenas para completar o ângulo do movimento do joelho, para posicionamento adequado do pé, para manter a posição nos segundos finais ou para corrigir posturas inadequadas de compensações.	Realizar a tarefa de modo ativo, mantendo a posição com a extensão completa de joelho pelo tempo previsto. Sem posturas inadequadas de compensações. Com o pé devidamente posicionado. Sem qualquer tipo de auxílio. Difícil + = realizar conduzindo o cavalo

8	Médio	<p>Aprimorar equilíbrio, reação de antecipação e retificação postural, coordenação visomotora; estimular destreza manual; fortalecer musculatura de tronco.</p>	<p>Com o cavalo ao passo em posição clássica com a postura o mais ereta possível (pose de cavaleiro/amazona) realizar serpentina/zigue-zague com a distância aproximada de 3,0 metros entre 4 cones. Realizar uma ida e uma volta. Pés nos estribos. Entregar 8 argolas ao praticante para que arremesse nos bastões dos cones durante a execução do trajeto (cores correspondentes). Terreno de areia.</p>	<p>Realizar a tarefa de modo ativo-assistido para conseguir arremessar as argolas nos bastões mesmo que com necessidade de parar o cavalo. Caso não tenha apreensão palmar, que alcance e toque no bastão. Mesmo que tenha necessidade de aproximar ao máximo o bastão de sua mão. Associando ou não as cores de modo adequado.</p>	<p>Realizar a tarefa de modo ativo arremessando independentemente as argolas nos bastões, no entanto, sendo necessário entregar as argolas aos poucos e por vezes, parar o cavalo para conseguir realizar o arremesso. Consequindo associar as cores, ou mesmo que necessite de auxílio para associá-las de modo correto.</p>	<p>Realizar a tarefa de modo ativo arremessando independentemente as argolas nos bastões e conseguindo segurar as demais argolas. Sem a necessidade de parar o cavalo para realizar o arremesso. Consequindo associar as cores apropriadamente. Difícil + = realizar conduzindo o cavalo</p>
9	Médio	<p>Aprimorar equilíbrio, reação de antecipação e retificação postural; fortalecer musculatura de tronco.</p>	<p>Com o cavalo ao passo em posição clássica com a postura o mais ereta possível (pose de cavaleiro/amazona) realizar serpentina/zigue-zague com a distância aproximada de 2,0 metros entre 4 cones. Realizar uma ida e uma volta. Pés nos estribos. Intercalar posição de avião e foguete ao comando. Terreno de areia.</p>	<p>Realizar a serpentina, mas, não conseguir executar as posições solicitadas por necessidade de segurar na alça ou ter auxílio para manter-se no dorso do cavalo de modo equilibrado. Outar que aumentar a distância entre os cones, fazer novamente em 3,0 metros entre os cones.</p>	<p>Realizar a tarefa de modo ativo-assistido para realizar as posições solicitadas ou para conseguir manter-se equilibrado no dorso do cavalo. Ou por realizar as posições de modo independente, mas não completar totalmente a ADM.</p>	<p>Realizar a tarefa de modo ativo executando apropriadamente a posição de foguete e avião ao ser solicitado. Difícil + = realizar conduzindo o cavalo.</p>

10	Difícil	Fortalecer musculatura, estimular coordenação motora, ativar sistemas vestibular e proprioceptivo; aprimorar equilíbrio postural.	Com o cavalo ao passo, variar a posição do(a) praticante sobre o cavalo. 1' montaria lateral para a direita. 2' montaria invertida. 1' montaria lateral para a esquerda. Durante as mudanças de posições solicitar de modo aleatório: posição de avião, foguete, navio e disco voador. Pés fora dos estribos. Terreno de areia.	Realizar as mudanças de posições de modo passivo e/ou ter necessidade dos mediadores para manter-se nas posições solicitadas. Caso seja possível, realizar as posições de MMSS de modo ativo-assistido ou passivo. Se não for possível, manter as posições (montaria lateral e invertida) pelo tempo previsto mesmo que com auxílio dos mediadores.	Realizar as mudanças de posições com alguma forma de auxílio conseguindo mantê-las pelo tempo previsto ou necessitando de mínimo auxílio dos mediadores. Pode ter necessidade de auxílio para executar as posições de membros superiores de modo adequado ao ser solicitado.	Realizar as mudanças de posições sem auxílio conseguindo mantê-las pelo tempo previsto executando as posições de membros superiores de modo adequado ao ser solicitado. Sem nenhum tipo de auxílio em nenhuma das habilidades requisitadas.
11	Difícil	Aprimorar equilíbrio postural com ênfase nos sistemas vestibular e proprioceptivo; estimular coordenação motora.	Com o cavalo ao passo em posição clássica com a postura o mais ereta possível (pose decavaleiro/amazona) vendar os olhos do(a) praticante. Por aproximadamente 2' intercalar trajeto em linha reta e curvas abertas e fechadas. Solicitar de modo aleatório posição de avião e foguete. Pés nos estribos. Terreno de areia.	Realizar o trajeto em linha reta e com curvas abertas e fechadas, mas, não conseguir vendar os olhos. Ou não conseguir realizar as curvas fechadas. Necessidade de segurar na alça ou ter auxílio para manter-se no dorso do cavalo de modo equilibrado.	Realizar a tarefa de modo ativo-assistido conseguindo ajustar-se em curvas abertas, mas com dificuldade em curvas fechadas necessitando de algum tipo de auxílio. Ou conseguir ajuste postural nas curvas abertas e fechadas, mas, não conseguir realizar as posições apropriadas de MMSS ao ser solicitado ou	Realizar a tarefa de modo ativo conseguindo ajustar-se em curvas abertas e fechadas, sem quaisquer tipos de auxílios e conseguindo realizar as posições apropriadas de MMSS ao ser solicitado pelo tempo previsto.

					diminuição do tempo previsto.	
12	Difícil	<p>Aprimorar equilíbrio postural com ênfase no sistema proprioceptivo (mecanoceptores), estimular ajustes tônicos e posturais.</p>	<p>Com o cavalo ao passo em posição clássica com a postura o mais ereta possível (pose de cavaleiro/amazona), sem os pés nos estribos, variar a frequência e amplitude do passo do cavalo chegando-se ao trote e realizando paradas e retomadas do passo do cavalo variando ainda a posição dos MMSS (avião, foguete, navio e disco voador). Terreno rígido (asfalto) por 2'.</p>	<p>Necessidade de diminuir de modo considerável a frequência, amplitude e a velocidade do passo do cavalo para que consigam realizar os ajustes posturais de modo apropriado e ter dificuldade em executar as posições dos membros superiores ou não conseguir realiza-los de modo simultâneo. Não ser possível realizar as paradas e retomadas repentinas. Sem realização do trote.</p>	<p>Necessidade de apoios para realizar ajustes posturais de modo apropriado e ter dificuldade em executar as posições dos membros superiores de modo adequado ao ser solicitado. Ou ter a necessidade de diminuir a frequência, amplitude e a velocidade do passo do cavalo. Diminuir a quantidade de paradas e retomadas repentinas. Menor realizações de trote.</p>	<p>Realizar ajustes posturais de modo apropriado sem nenhum tipo de auxílio conseguindo inclusive ao trote e executando as posições dos membros superiores de modo adequado ao ser solicitado.</p> <p>Difícil + = realizar conduzindo o cavalo.</p>

13	Difícil	<p>Aprimorar equilíbrio postural com ênfase no sistema proprioceptivo (mecanoceptores), estimular ajustes tônicos e posturais, fortalecer musculatura de tronco.</p>	<p>Com o cavalo ao passo em posição clássica com a postura o mais ereta possível (pose de cavaleiro/amazona) com os pés nos estribos, realizar aclive e declive em posição de avião. Terreno rígido (asfalto/areia) por 2'.</p>	<p>Diminuir consideravelmente a inclinação dos aclives e declives para que os ajustes posturais aconteçam ou necessitar de bastante auxílio, não conseguir realizar a posição de avião durante a tarefa proposta. Diminuir o tempo da atividade.</p>	<p>Realizar os ajustes posturais necessários no aclive e declive em posição de avião com algum tipo de auxílio ou diminuindo a velocidade do passo do cavalo.</p>	<p>Realizar os ajustes posturais necessários no aclive e declive em posição de avião. Difícil + = realizar conduzindo o cavalo.</p>
14	Difícil	<p>Fortalecer musculatura de membro inferior</p>	<p>Com o cavalo ao passo em posição clássica com a postura o mais ereta possível (pose de cavaleiro/amazona) com os pés nos estribos, ao comando de vivo ficar em pé nos estribos e morto sentar de modo cadenciado na manta por 2'. Terreno rígido (asfalto/areia).</p>	<p>Fazer a intenção do movimento ou realizá-lo no máximo 50% do movimento mesmo que com auxílio.</p>	<p>Ficar em pé nos estribos e sentar-se de modo controlado ao comando de vivo e morto, necessitando de auxílio para completar a atividade ou realizando no mínimo 50% da ADM total.</p>	<p>Ficar em pé nos estribos e sentar-se de modo controlado ao comando de vivo e morto, não necessitando de qualquer auxílio. Difícil + = realizar conduzindo o cavalo.</p>

15	Difícil	Aprimorar coordenação motora, equilíbrio e ajuste postural e desempenho funcional.	Com o cavalo ao passo em posição clássica com a postura o mais ereta possível (pose de cavaleiro/amazona) com os pés nos estribos arremessar e agarrar uma	Realizar as habilidades de alcançar e entregar uma bola de tamanho maior pelo período previsto entre os mediadores com necessidade de auxílio.	Realizar as habilidades de agarrar e arremessar uma bola de tamanho maior pelo período previsto sem necessidade de nenhum auxílio.	Realizar as habilidades de agarrar e arremessar uma bola pequena (tamanho de bola de tênis) pelo período previsto
16	Difícil	Fortalecer musculatura de tronco (core), estimular atenção/concentração/memória, estimular coordenação motora.	Com o cavalo ao passo em posição clássica com a postura o mais ereta possível (pose de cavaleiro/amazona) com os pés nos estribos, ao comando do número 1 deitar; 2 sentar; 3 mãos na cabeça, 4 mãos na barriga e 5 girar os braços por 2°. Solicitar nessa ordem e fora de ordem. Terreno de areia.	Realizar as atividades programadas do 1 ao 5 com dependência maior (executa no máximo 25% da tarefa) na sequência e ao ser solicitado fora de ordem. Não consegue realizar todas as tarefas e/ou memorizar, ou executar no momento solicitado, sendo necessária muita intervenção para que atenda ao comando.	Realizar as atividades programadas do 1 ao 5 na sequência e ao ser solicitado fora de ordem, mas necessitar de auxílio para lembrar da atividade a ser desempenhada ou necessitar de auxílio para realizá-la (mas executar no mínimo 50% da tarefa de modo independente).	Realizar as atividades programadas do 1 ao 5 com independência na sequência e ao ser solicitado fora de ordem. Difícil + = realizar conduzindo o cavalo.

17	Difícil	Fortalecer musculatura, aprimorar coordenação espacial e visomotora e aprimorar atenção/concentração e memorização;	Com o cavalo ao passo até um local demarcado no picadeiro, observar a ficha com letra e memorizar as palavras. Conduzir o cavalo ao local onde partiu realizando 1 (em pé) e 2 (sentado) ao comando.	Realiza a atividade, mas precisa de muito auxílio para realizá-la, necessitando de ajuda para recordar a maioria das palavras ou de auxílio considerável para conduzir o cavalo.	Realiza a atividade proposta com 50% de independência, necessita de auxílio para recordar poucas palavras e de mínimo auxílio na condução.	Realizar a tarefa por completo, memorizando todas as palavras e sem auxílio nenhum para conduzir o cavalo, tanto na ida quanto na volta.
18	Difícil	Aprimorar destreza manual, fortalecer musculatura, atenção, concentração e equilíbrio; condução independente.	Conduzir o cavalo ao passo e, a comando do terapeuta, realizar figuras de adestramento de modo aleatório: meia-volta, meia-volta invertida, cortar o picadeiro na diagonal. Terreno de areia.	Necessita de muito auxílio para conseguir realizar as figuras de adestramento conduzindo o cavalo e é necessário sempre lembrar de que se trata o comando.	Conduz o cavalo, mas, em alguns momentos, necessita de auxílio para realizar a figura de adestramento solicitada, seja por dificuldade em direcionar ou impulsionar o cavalo, seja por não conseguir memorizar o comando.	Conduz o cavalo com total independência e realiza, sem qualquer auxílio, todas as figuras de adestramento no momento em que lhe é solicitado.

19	Difícil	Aprimorar equilíbrio postural, reações de endireitamento, destreza manual, coordenação motora, elementos psicomotores e propriocepção; condução independente.	Conduz o cavalo, ao comando “trote”, coloca-se o cavalo nessa andadura e realiza o trote elevado, fazendo uma volta para a direita e, em seguida, uma volta para a esquerda. Quando possível, salta um X ao final de duas voltas (x em obstáculo sem altura). Picadeiro.	Muita dificuldade de colocar ou manter o cavalo ao trote. Não realiza a posição esporte namaior parte do tempo e ainda não consegue transpor a vara do obstáculo.	Consegue colocar o cavalo ao trote, mas ainda é cansativo realizar duas voltas, uma para a direita e outra para a esquerda. Realiza, portanto, por tempo inferior ao estipulado ou tem dificuldade de realizar o trote elevado ou de transpor o obstáculo.	Executa o comando com independência, realizando uma volta para a direita e uma para a esquerda e consegue passar pelo obstáculo X, realizando com destreza o trote elevado.
20	Fácil	Relaxar a musculatura	Abraçar o cavalo em decúbito ventral acariciando e despedindo do cavalo por 1'. Terreno de areia.	Realizar o proposto de modo dependente por não conseguir executar por dificuldade motora ou por compreender o comando.	Realizar o proposto com 50% de independência na tarefa.	Realizar o proposto de modo independente.