

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

MOBILIDADE E ATIVIDADE CEREBRAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES
COM PARALISIA CEREBRAL

Isabella Pessóta Sudati

Candidata ao título de doutora

Prof^a Dr^a Ana Carolina de Campos

Professora Orientadora

Prof^a Dr^a Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha

Professora Coorientadora

São Carlos

2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

MOBILIDADE E ATIVIDADE CEREBRAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES
COM PARALISIA CEREBRAL

Isabella Pessóta Sudati

Candidata ao título de doutora

Profª Drª Ana Carolina de Campos

Professora Orientadora

Profª Drª Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha

Professora Coorientadora

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Fisioterapia. Área de concentração: Fisioterapia e Desempenho Funcional

São Carlos

2025

FOLHA DE APROVAÇÃO

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Marja e Alessandro, e à minha avó Zair, que sempre estiveram presentes em minha jornada, incentivando-me a dar o meu melhor na busca pelo conhecimento, onde quer que eu estivesse. Gostaria também de acrescentar uma dedicatória especial à minha avó Maria Cândida (*in memoriam*). Todos eles são exemplos de amor, dedicação e honestidade, e continuam a me inspirar a ser uma pessoa melhor a cada dia.

AGRADECIMENTOS

Antes de expressar minha gratidão a todos que de alguma forma participaram dessa jornada, eu gostaria de compartilhar que desde o primeiro dia que ingressei no mestrado, penso da importância em lembrar e citar cada pessoa envolvida e que me apoiou neste grande período da minha vida nesta seção. Sendo esta, muito importante pra mim.

Para começar, ressalto a importância da minha fé neste período para me manter focada, animada e confiante no processo de aprendizado e evolução em que este doutorado me permitiu viver. Não poderia deixar de mencionar a minha gratidão a **minha família**, que desde o início da minha jornada academia me incentivou a sempre dar o meu melhor e ir em busca dos meus sonhos, não importando a distância e os desafios que poderiam vir acompanhados. Gostaria de citar e agradecer principalmente ao **meu pai Alessandro, minha mãe Marja e minha avó Zair**, que sempre foram exemplos de persistência, disciplina e que não mediram esforços para que eu pudesse chegar aonde estou hoje. Essa conquista também é de vocês.

Agradeço imensamente ao meu noivo e melhor amigo, **Murilo Rezende**, que compartilhou, viveu e intensificou essa conquista junto comigo. Obrigada por tantos ensinamentos, por me incentivar e sempre reforçar meu potencial. Tu tornaste essa jornada muito mais leve, e me ensinou a ter resiliência, a comemorar as pequenas conquistas, a ter paciência nas horas difíceis. Foi meu ombro amigo, minha base, meu fiel companheiro, minha “banca examinadora”, meu incentivador, meu orgulho! E que venham muitas outras conquistas, pois o mundo é nosso!

Gostaria de agradecer imensamente o apoio, a paciência e todos os ensinamentos compartilhados da minha querida orientadora **Dra. Ana Carolina de Campos**. Carol, faltam palavras para lhe agradecer por tanto carinho, acolhimento, dedicação e parceria durante este período. Obrigada por me proporcionar muito além de um título! É incrível poder conviver com você e perceber que mesmo com personalidades diferentes, a gente desenvolveu um trabalho enriquecedor e laços valiosos que levarei para a vida. Além disso, agradeço a minha coorientadora **Dra. Nelci Adriana**, no qual sempre esteve presente, auxiliando e contribuindo para sanar todas as dúvidas e para aprimorar esse trabalho e dar diversão a esse período. Agradeço ainda, o **grupo de pesquisa** do laboratório de análise de desenvolvimento infantil (LADI) por tantas trocas e parcerias desenvolvidas ao longo dessa jornada. Ressalto a amizade e contribuição da minha parceira de projeto **Luana Gonçalves**, e da minha colega e amiga **Rayane Lobo** pelo seu apoio e por compartilhar desafios, vocês foram essenciais nessa jornada. Cito ainda, a **Carolina Corsi e Mariana Martins** pelo auxílio e capacitações durante

as coletas de dados, e ao grupo de voluntárias que aceitaram participar na aplicação da intervenção. Aos meus alunos de iniciação científica, agradeço cada aprendizado e oportunidade de ensinar!

Meu muito obrigada também é direcionado para **meus amigos** que me acompanharam nessa jornada, de forma presencial ou à distância. Cada palavra de incentivo foi essencial para continuar lutando e persistindo nessa jornada!

Demonstro minha gratidão ao programa de pós-graduação em fisioterapia (**PPGft**), a universidade Federal de São Carlos (**UFScar**) e à agência de fomento e pesquisa Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**CAPES**) por me proporcionaram estrutura e recursos necessários para a condução e realização da minha pesquisa.

Não poderia deixar de mencionar meu agradecimento à **Cerebral Palsy Alliance** pelo apoio financeiro concedido durante esse período e pela oportunidade de realizar meu estágio no exterior. Agradeço às professoras **Roslyn Boyd e Leanne Sakzewski** que me acolheram com tanto carinho no grupo de pesquisa da Universidade de Queensland e a todos os meus colegas e amigos da Austrália que foram essenciais durante esse período, em especial **Andrea Burgess** por ter me acolhido em seus projetos e sua família.

Agradeço aos professores e doutores da **banca examinadora** na defesa do meu doutorado, pela disponibilidade e valiosas contribuições para aprimoramento desta tese. Agradeço também a professora **Dra. Eloísa Tudella** que me proporcionou a oportunidade de ser monitora do curso de especialização intervenção em neuropediatria e de realizar o curso de aperfeiçoamento em intervenção precoce.

Meu muito obrigado em especial aos **familiares e participantes desta tese**. Foram muitos aprendizados e incentivos para ser uma pessoa e uma profissional cada dia melhor!

A conclusão deste doutorado não é apenas um fim, mas um testemunho de perseverança, aprendizado e a porta para novos horizontes. Obrigado a todos que estiveram comigo neste período de evolução e aprendizado. Eu prometo que é só o começo!

RESUMO

Nos últimos anos, a incorporação de práticas baseadas em evidências tem sido fortemente incentivada no tratamento de crianças e adolescentes com paralisia cerebral (PC). Entretanto, embora a mobilidade seja uma importante limitação presente nestes indivíduos, as intervenções com esta ênfase ainda carecem de estudos que descrevam os seus componentes efetivos e mecanismos de ação. Esta tese visou contribuir para esta temática a partir de três estudos, realizando uma síntese das evidências disponíveis sobre a efetividade das intervenções com foco na mobilidade, bem como as relações entre a reorganização neural e a mobilidade na PC, e investigando a implementação de uma proposta de intervenção com foco na mobilidade. O **Estudo I** trata-se de uma revisão sistemática que descreveu os correlatos neurais da mobilidade em crianças com PC relatados em estudos que investigaram associações entre desfechos de mobilidade e a função cerebral mensurada por métodos de mapeamento não invasivo. Os 15 estudos incluídos indicaram que crianças com PC têm atividade cerebral aumentada e maior variabilidade na reorganização cerebral durante atividades de mobilidade e tarefas motoras grossas quando comparadas com crianças com desenvolvimento típico. A revisão ressaltou a importância de que mais estudos investiguem os correlatos neurais durante atividades de mobilidade para orientar estratégias de neuroreabilitação visando apoiar a implementação de estratégias efetivas de intervenção para crianças com PC. O **Estudo II** teve por objetivo revisar sistematicamente as evidências disponíveis acerca do treino intensivo de mobilidade na PC e determinar a dose mínima eficaz para melhorar a mobilidade. Constatou-se que o treino orientado à tarefa (TOT) pode melhorar a velocidade de caminhada, *endurance* e equilíbrio. Estudos com amostras e resultados homogêneos são necessários para dar suporte às recomendações clínicas para intervenções intensivas de mobilidade, e para esclarecer a dose mínima eficaz para estes desfechos. O **Estudo III** por sua vez, apresentou uma proposta de intervenção inovadora, nomeada Treino Intensivo de Mobilidade (Mob-IT), que incorporou princípios contemporâneos para promoção de mudanças no desempenho em mobilidade e explorou mecanismos associados à mudança e efetividade preliminar da intervenção em crianças e adolescentes com PC por meio de um estudo com delineamento de sujeito único, descrevendo sistematicamente a implementação dos elementos do treino. Após a intervenção, foram observadas mudanças clínicas e significativas na mobilidade pelo teste TUG, PEDI-CAT, velocidade e cadência da marcha, função motora grossa, nos escores de desempenho e satisfação relacionados aos objetivos da intervenção, os quais variaram entre indivíduos de acordo com as metas treinadas, além de diminuição da demanda cerebral para realização das tarefas. Tomando os estudos em conjunto, a presente tese contribuiu com um arcabouço de

evidências sobre intervenções com foco em mobilidade e demonstrou os mecanismos de reorganização neural e seu impacto na mobilidade de crianças e adolescentes com PC. Por fim, foi possível demonstrar que o treino intensivo da mobilidade pode promover mudanças cerebrais e na biomecânica de tarefas de mobilidade, o que favoreceu a compreensão dos resultados favoráveis da intervenção para cada indivíduo. Assim, os resultados fornecem elementos para embasar os princípios atualmente recomendados para as intervenções terapêuticas, promovem sua incorporação na prática clínica, e motivam a continuidade de pesquisas que possam facilitar a implementação de práticas baseadas em evidências.

Palavras-chave: fisioterapia, crianças, paralisia cerebral, mobilidade, atividade cerebral, treino intensivo.

ABSTRACT

In recent years, the incorporation of evidence-based practices has been strongly encouraged in the treatment of children and adolescents with cerebral palsy (CP). However, although mobility is a significant limitation for these individuals, interventions with this focus still lack studies that describe their effective components and mechanisms of action. This thesis aimed to contribute to this topic through three studies, synthesizing the available evidence on the effectiveness of mobility-focused interventions, as well as the relationships between neural reorganization and mobility in CP, and investigating the implementation of a mobility-focused intervention proposal. **Study I** summarized the neural correlates of mobility in children with CP found in the literature. The reviewed studies indicated that children with CP have increased brain activity and greater variability in cerebral reorganization during mobility activities and gross motor tasks compared to typically developing children. The review highlighted the importance of further studies investigating neural correlates during mobility activities to guide neurorehabilitation strategies aimed at supporting the implementation of effective intervention strategies for children with CP. **Study II** aimed to systematically review the available evidence on intensive mobility training in CP and determine the minimum effective dose to improve mobility. It was found that task-oriented training (TOT) can improve walking speed, endurance, and balance. Studies with homogeneous samples and outcomes are needed to support clinical recommendations for intensive mobility interventions and to clarify the minimum effective dose for these outcomes. **Study III** presented an innovative intervention proposal called Mobility Intensive Training (Mob-IT), which incorporated contemporary principles for promoting changes in mobility performance and explored mechanisms associated with change and preliminary effectiveness of the intervention in children and adolescents with CP through a single-subject design study, systematically describing the implementation of the training elements. After the intervention, clinically significant changes in mobility were observed through the TUG test, PEDI-CAT, walking speed and cadence, gross motor function, performance and satisfaction scores related to the intervention goals, which varied among individuals according to the trained goals, as well as a decrease in brain demand for task execution. To conclude, this thesis contributed a framework of evidence on mobility-focused interventions and demonstrated the mechanisms of neural reorganization and their impact on the mobility of children and adolescents with CP. Finally, it was possible to demonstrate that intensive mobility training can promote brain and biomechanical changes in mobility tasks, which facilitated understanding of the favorable intervention outcomes for each individual. Thus, the results provide elements to support the principles currently recommended for

therapeutic interventions, promote their incorporation into clinical practice, and encourage ongoing research that may facilitate the implementation of evidence-based practices.

Key-words: physiotherapy, children, cerebral palsy, mobility, cerebral activity, intensive training.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

REVISÃO DE LITERATURA

Figura 1. Topografia da PC.....	37
--	----

ESTUDO I

Figura 1. Fluxograma do estudo.....	58
--	----

ESTUDO II

Figura 1. Fluxograma do estudo.....	95
Figura 2. Classificação do risco de viés dos estudos incluídos.....	101
Figura 3. Distribuição da classificação do risco de viés.....	102
Figura 4. Comparação da eficácia do treinamento em esteira versus intervenções de controle.....	111
Figura 5. Comparação da eficácia da realidade virtual versus intervenções de controle.....	115
Figura 6. Comparação da eficácia do treinamento funcional versus intervenções de controle.....	117

ESTUDO III

Figura 1. Fluxograma do estudo.....	165
Figura 2. Vista frontal do cérebro com posicionamento do arranjo de coleta.....	168
Figura 3. Resumo da intervenção do Mob-IT.....	171
Figura 4. Desempenho do TUG.....	174
Figura 5. Atividade cerebral durante a manutenção da postura em pé com os olhos abertos..	176
Figura 6. Atividade cerebral durante a manutenção da postura em pé com os olhos fechados.....	177
Figura 7. Atividade cerebral durante o desempenho da mobilidade.....	178
Figura 8. Centro de oscilação de pressão pré e pós-intervenção.....	180
Figura 9. Mudanças nas pontuações de desempenho (A) e satisfação (B).....	186

LISTA DE TABELAS

REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1. Características e limitações das técnicas de mapeamento cerebral.....	40
Tabela 2. Princípios da plasticidade dependente da experiência.....	44

ESTUDO I

Tabela 1. Características amostrais dos estudos.....	59
Tabela 2. Principais resultados dos desfechos cerebrais e de mobilidade.....	62
Tabela 3. Avaliação da qualidade dos estudos revisados.....	73

ESTUDO II

Tabela 1. Desenho do estudo e características da amostra.....	96
Tabela 2. Resultados de viabilidade.....	103
Tabela 3. Intervenções experimentais e seus parâmetros.....	107
Tabela 4. Certeza da evidência de acordo com a GRADE.....	112
Tabela 5. Análise da dose mínima.....	118

ESTUDO III

Tabela 1. Caracterização dos participantes e dose de intervenção.....	173
Tabela 2. Resultados de mobilidade pré e pós-intervenção.....	179
Tabela 3. Desempenho e satisfação das metas pré e pós-intervenção de acordo com a percepção dos cuidadores.....	182
Tabela 4. Desempenho e satisfação das metas pré e pós-intervenção de acordo com a percepção dos participantes.....	184

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF – Anisotropia Fracionada
AHA - *Assisting Hand Assessment*
AMSTAR-2 - *A MeaSurement Tool to Assess systematic Reviews 2*
BOLD - *Blood Oxygenation Level Dependent*
CIF - Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde
CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COPM - Medida Canadense de Desempenho Ocupacional
CST - Trato corticoespinal
DM - Diferença Média
DP - Desvio Padrão
DT - Desenvolvimento Motor Típico
DTI - Tensor de Difusão
ECR - Ensaio Clínico Randomizado
EEG – Eletroencefalograma
EMG – Eletromiografia
ERD - Dessincronização relacionada a eventos
F – Feminino
fMRI - Ressonância Magnética Funcional
fNIRS - Espectroscopia Funcional de Infravermelho Próximo
GMAE - *Gross Motor Ability Estimator*
GMFCS - Sistema de Classificação da Função Motora Grossa
GMFM - Medida da Função Motora Grossa
GRADE - *Grading of Recommendations, Assessment, Development, and Evaluations*
HABIT - *Hand-Arm Bimanual Intensive Therapy*
HABIT-ILE - *Hand-Arm Bimanual Intensive Training Including Lower Extremity*
HAT - Hypertonia Assessment Tool
HBO – Oxihemoglobina
HBR – Desoxihemoglobina
IC – Índice de confiabilidade
LADI - Laboratório de Análise do Desenvolvimento Infantil
M – Masculino
MAS - Escala de Ashworth Modificada
MCID - Diferença Mínima Clinicamente Importante
MDC - Mínima Mudança Detectável
MEG – Magnetoencefalograma
MEP - Potencial Motor Evocado
MMII – Membros Inferiores
Mob-IT - Treino Intensivo de Mobilidade
MobQues28 ou 47 - Questionário de Mobilidade 28 ou 47
NA – Não aplicável
NM – Não mencionado
PBWSTT - Treino em Esteira com Suporte Parcial de Peso Corporal
PC – Paralisia Cerebral
PCB – Paralisia Cerebral Bilateral
PCU – Paralisia Cerebral Unilateral
PD – Programa Domiciliar
PDMS-2 - *Peabody Developmental Motor Scales*
PEDI-CAT - *Pediatric Evaluation of Disability Inventory Computer Adaptive Test*

PLIC - Membros posteriores da cápsula interna
PPGFT - Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia
PRISMA - *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*
REBEC - Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos
RM - Ressonância Magnética
RMT - Limiar Motor em Repouso
Rob-2 - *Cochrane Risk of Bias 2*
RV – Realidade virtual
SCRIBE - *Single-Case Reporting In BEhavioural interventions*
SMD - Diferença Média Padronizada
STROBE - *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*
TC – Terapia convencional
TC6 - Tesde de Caminhada de 6 minutos
TCC – Trabalho de Conclusão de Curso
TCI - Terapia de Contensão Induzida
TE – Treino de Esteira
TF – Treino Funcional
TMS - Estimulação Magnética Transcraniana
TOT – Treino Orientado a Tarefa
TRD - Dessincronização Relacionada à Tarefa
TRS - Sincronização Relacionada à Tarefa
TUG - Teste Timed Up and Go
UFSCar – Universidade Federal de São Carlos
UFMS – Universidade Federal de Santa Maria

SUMÁRIO

1.APRESENTAÇÃO	16
2.CONTEXTUALIZAÇÃO	18
2.1. Inserção na linha de pesquisa da orientadora do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia	18
2.2. Parcerias Nacionais e Internacionais	18
2.3. Estágio Internacional	19
2.4. Originalidade	20
2.5. Contribuição dos resultados da pesquisa para avanço científico	20
2.6. Relevância social	21
2.7. Descrição da tese para o público leigo	22
2.8. Atividades realizadas no período de 2020 a 2024 (<i>em ordem decrescente</i>)	22
2.8.1. Artigos completos publicados em periódicos e relacionados à tese:	22
2.8.2. Artigos completos publicados em periódicos e não-relacionados à tese:	23
2.8.3. Artigos submetidos em periódicos:	24
2.8.4. Capítulos de livros publicados:	25
2.8.5. Resumos publicados em anais de congressos	25
2.8.5. Palestras e Aulas ministradas	28
2.8.6. Prêmios e Bolsas de estudos	30
2.8.7. Orientação e coorientação de trabalhos de conclusão de curso	30
2.8.8. Banca de trabalhos de conclusão de curso	32
2.8.9. Projetos de Pesquisa e Extensão	32
2.8.10. Links	33
2.8.11. Outros	34
3.REVISÃO DE LITERATURA	36
4.OBJETIVOS	51
5.ESTUDOS	52
5.1. Estudo I	52
5.2. Estudo II	89
5.3. Estudo III	161
6.CONCLUSÃO	200
7.CONSIDERAÇÕES FINAIS	201
ANEXOS	203

1. APRESENTAÇÃO

Passa um filme na minha cabeça quando penso em apresentar-me para os leitores desta tese. Tentarei resumir em poucas palavras como cheguei até aqui, e como toda a minha caminhada serviu para me transformar na pessoa e profissional que sou hoje, e consequentemente na ciência e aos voluntários desta pesquisa.

Sou gaúcha, criada em uma cidade do interior do Rio Grande do Sul, chamada Santiago. Filha única de pais que nunca mediram esforços para permitir que eu chegasse aonde estou hoje. Ao finalizar meu ensino médio, aos 16 anos, e com o apoio dos meus pais, optei por ir morar em Santa Maria - RS para começar minha caminhada acadêmica. Ingressei no curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) onde tive o prazer de, ao longo da minha caminhada, fazer minha iniciação científica no laboratório de biomecânica. Sempre fui desacreditada das minhas capacidades, porém, quando ingressei no LABIOMECC, comecei a pensar que eu poderia sim trilhar um caminho diferente do que a Isabella do começo da graduação imaginava. Comecei a conhecer as possibilidades que a academia poderia me proporcionar, como publicação de artigos, viagens nacionais e internacionais para congressos, capacitações, cursos na área e o melhor, contribuir com tratamentos eficazes aos pacientes. E foi assim que eu comecei a criar ainda mais coragem para enfrentar os desafios que estavam por vir. Fiz meu trabalho de conclusão de curso (TCC) alinhando a biomecânica e a pediatria (que sempre foi uma paixão de infância). Minha coorientadora da época, Dra. Karine Josibel, questionou inúmeras vezes se era realmente aquele tema que eu queria e o que eu almejava para o futuro do projeto. E eu sempre almejei grande. Porém, na época, estávamos desamparadas da teoria por trás da pediatria, o que dificultou a continuação e expansão do projeto.

Inspirada em alguns professores da graduação e em profissionais que eram referência pra mim, resolvi tentar uma vaga para o Mestrado na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). E então, lá fui eu novamente e criei coragem, para realizar as etapas da seleção. Para aquela época, tentei a única vaga com a professora Dra. Nelci Adriana (atualmente minha coorientadora de doutorado). Porém, meu currículo ainda estava em construção, e não consegui conquistá-la. As vezes eu digo que pode ter sido o destino, pois foi aí que eu tive a oportunidade de trabalhar com a professora Dra. Ana Carolina de Campos.

Foi a partir de então que construímos nossa jornada ao longo desses 5 anos. Cheguei para a Carol dizendo que eu gostaria de trabalhar com marcha de crianças com paralisia cerebral (PC) (ainda com o pensamento biomecânico da minha bagagem da graduação). Ela

abraçou a causa junto comigo. Começamos a pensar em como incorporar nossas ideias e sanar as lacunas da literatura. Escrevemos um projeto “monstruoso” com inúmeros instrumentos de avaliação, intervenção, várias linhas de base e follow-ups. Apresentei-o na minha qualificação do mestrado e tive o prazer de ser considerada apta para o doutorado direto. Realizamos alguns ajustes para que o projeto pudesse ser realizado e assim iniciamos as coletas de dados. Nesse meio tempo, novas oportunidades aconteceram e parcerias foram formadas. Foi aí que resolvi concorrer para a vaga de monitoria do XVIII Curso de Especialização em Intervenção em Neuropediatria com a professora Dra. Eloisa Tudella, e conquistei! Foi 1 ano e meio de muita aprendizagem, finais de semana abdicando de muitas coisas para estar ali presente, cumprindo meu papel de monitora e aluna do curso. Sempre fui muito comprometida com meus compromissos, cumpri com êxito o papel que fora me dado. Sou imensamente grata pela oportunidade, não só de aprender, mas do networking feito com professores que são referências da área. E não satisfeita com tudo que já estava fazendo, ingressei no Curso de Aperfeiçoamento em Intervenção Precoce, também coordenado pela professora Eloisa. Foram 6 meses desafiadores para mim. Por muitas vezes desacreditei da minha capacidade, tive medo de não conseguir finalizar, e também de não dar conta de conciliar a coleta de dados com tudo que estava realizando. Graças ao apoio da minha família, e das minhas queridas professoras, eu consegui finalizar com êxito.

Quase finalizando essa apresentação, eu não poderia deixar de mencionar uma das oportunidades mais encantadoras e enriquecedoras que pude vivenciar durante meu doutorado, que foi o estágio no exterior, na Universidade de Queensland (Austrália). Foi uma experiência intensa, de muito aprendizado, muitos desafios, e muito crescimento pessoal, cultural e profissional. Tive a oportunidade de ser supervisionada pelas professoras Roslyn Boyd e Leanne Sakzewski, e vivenciar grandes treinamentos altamente conhecidos na literatura neuropediátrica, como o HABIT-ILE e ACTIVE-STRIDES. Que experiência!

Por fim, retornei ao Brasil para finalizar minhas coletas e direcionar minhas expectativas para o grande dia 17 de janeiro de 2025! Além disso, ainda em 2024 tive a oportunidade de colocar toda a minha experiência e conhecimento em prática a partir do meu centro de reabilitação na cidade de São Carlos, nomeado Oz. Sou imensamente grata a tudo que vivi durante essa jornada. A partir desta, novas jornadas estão iniciando, de desafios ainda maiores e de grandes conquistas.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1. Inserção na linha de pesquisa da orientadora do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

A presente tese é apresentada como requisito para obtenção do título de Doutor em Fisioterapia, pelo Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia (PPG-Ft) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), compreendido entre o período de 2020 a 2024. A tese é composta por 3 artigos, sendo 2 previamente publicados em revistas internacionais, cuja temática se relaciona com a área de concentração de “Fisioterapia e Desempenho Funcional” do PPG-Ft, e da linha de pesquisa da orientadora Prof^a Dr.^a Ana Carolina de Campos em “Fisioterapia Neurofuncional nos Ciclos da Vida” desenvolvidas em sua maior parte no Laboratório de Análise do Desenvolvimento Infantil (LADI), coordenado pelas professoras Dr.^a Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha e Dr.^a Ana Carolina de Campos.

Os estudos apresentados nesta tese foram desenvolvidos inicialmente com o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e posteriormente pela Fundação de Pesquisa da Aliança de Paralisia Cerebral - *Cerebral Palsy Alliance Research Foundation* (Grant PHD02221). Os estudos I e II foram registrados no PROSPERO (CRD42021240296 e CRD42022371274) e o estudo III registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos - REBEC (RBR-3dgmggm) e aprovado no Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos (51559421.6.0000.5504). Todos os participantes e seus responsáveis assinaram os Termos de Assentimento e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, respectivamente.

2.2. Parcerias Nacionais e Internacionais

Para o desenvolvimento desta tese, algumas parcerias foram estabelecidas. Primeiramente foi realizada a parceria internacional com as professoras Dr.^a Roslyn Boyd e Dr.^a Leanne Sakzewski, líderes em pesquisa na área da neuropediatria no *Centre of Child Health Research* da Universidade de Queensland, em Brisbane, Austrália que colaboraram com a concepção da ideia do Estudo I, além de supervisionarem o estágio de pesquisa no exterior. Durante o estágio de pesquisa no exterior, foram estabelecidas parcerias com Dr. Stewart Trost e Dr.^a Stina Oftedal, para futuro estudo com análise dos dados do acelerômetro, coletados em avaliações locais. Além disso, parcerias foram estabelecidas com a Dr.^a Rachel Toovey, Dr.^a Sarah Reedman e Dr.^a Andrea Burgess para capacitações locais.

Além disso, estabelecemos parceria internacional com a Dr.^a Diane Damiano, que colaborou expressivamente na escrita do Estudo II, com a Dr.^a Darcy Feelings que consentiu e incentivou a realização da tradução e validação do instrumento *Hypertonia Assesment Tool*, atualmente sendo coordenada pela candidata Isabella e pela professora Dr.^a Ana Carolina, e com o Dr. Theodore Huppert que colaborou na elaboração da rotina de análise dos dados da espectroscopia do infravermelho próximo (fNIRS), mostrados no Estudo III.

2.3. Estágio Internacional

Em 2021 a candidata Isabella foi contemplada com uma bolsa de estudos internacional da *Cerebral Palsy Alliance Research Foundation* - como mencionado anteriormente, para realizar o seu projeto de pesquisa no âmbito nacional. Durante a submissão da proposta, foi planejada a realização do seu estágio no exterior apoiado financeiramente pela fundação.

Em março de 2023, iniciou-se o estágio no exterior, realizado no *Centre of Child Health Research* da Universidade de Queensland, em Brisbane na Austrália, sob orientação das professoras Dr.^a Roslyn Boyd e Dr.^a Leanne Sakzewski. De acordo com o artigo de Hu e colaboradores (2024), Dr. Roslyn Boyd foi considerada a pesquisadora mais produtiva e influente entre o período de 2003 a 2022 e a Austrália está entre os principais centros de pesquisa na área da Paralisia Cerebral.

Durante o estágio, a candidata foi contemplada com diversas oportunidades de participação em pesquisas altamente reconhecidas na literatura atual, como participação nas coletas de dados do estudo do *Hand-Arm Bimanual Intensive Training Including Lower Extremity* (HABIT-ILE), sob coordenação da professora Dr.^a Andrea Burgess, além de capacitações para realização do piloto do estudo *Active Strides*, coordenado pelas professoras Dr.^a Sarah Reedman, Dr.^a Dayna Pool e Dr.^a Rachel Toovey.

Acompanhou avaliações de base e pós-intervenção utilizando actígrafos, Medida da Função Motora Grossa (GMFM), Medida Canadense de Desempenho Ocupacional (COPM), *Assisting Hand Assessment* (AHA), Teste de Caminhada de 6 minutos, *Peabody Developmental Motor Scales* (PDMS-2), dentre outras. Participou das reuniões mensais do grupo de pesquisa e de congressos locais e internacionais.

O principal estudo fruto do seu estágio no exterior, realizado em parceria com diversos autores internacionais, foi publicado na *Developmental Medicine and Child Neurology*, considerado o jornal mais ativo na área sobre Paralisia Cerebral (Hu et al., 2024).

2.4. Originalidade

O objetivo principal dessa tese foi sintetizar as evidências disponíveis sobre intervenções com foco em mobilidade e a atividade cerebral de indivíduos com paralisia cerebral (PC), bem como apresentar uma proposta de intervenção inovadora que incorporou evidências atuais para promoção de mudanças na mobilidade e explorou mecanismos de ação da intervenção em crianças e adolescentes com PC.

A originalidade desta tese se destaca diante da escassez de estudos que reunissem o arcabouço de evidências acerca de como o cérebro de indivíduos com PC se reorganiza em resposta à lesão causadora da condição de saúde, mas também em resposta às experiências a que os indivíduos são expostos, e suas interrelações com a mobilidade. Além disso, até o momento de realização desta tese, nenhum estudo procurou encontrar a dose recomendada de treino com foco em mobilidade para crianças com PC, o que se faz necessário diante da heterogeneidade das intervenções disponíveis e da falta de clareza sobre os parâmetros a serem adotados para maximizar sua efetividade. Vale ressaltar que somente um estudo disponível relatou a dose mínima recomendada de treino, porém com foco na função dos membros superiores.

Ademais, a literatura sobre a efetividade das intervenções para PC de forma geral concentra maior volume de evidências nas intervenções com foco na função do membro superior. Assim, são escassos os estudos que apresentem descrição detalhada do protocolo de treino, o que limita sua replicação, e que investiguem os mecanismos de ação de intervenções que incorporem diretrizes atuais com ênfase na mobilidade, o que é relevante para apoiar a prática baseada em evidências.

2.5. Contribuição dos resultados da pesquisa para avanço científico

Os resultados obtidos pelos estudos que compõem esta tese fornecem valiosas contribuições para o entendimento da efetividade das intervenções intensivas direcionadas à mobilidade e da aplicabilidade dos princípios contemporâneos de aprendizagem motora a uma intervenção com esta ênfase.

Ainda, a compreensão dos mecanismos neurais e biomecânicos associados às mudanças na mobilidade, além de abrir portas para novas linhas de pesquisa em neurociência e reabilitação, fornece uma base científica sólida para o desenvolvimento de terapias personalizadas. Em especial, estudos de sujeito único permitem uma análise individualizada, possibilitando compreender profundamente as características das respostas de cada indivíduo,

além de gerar hipóteses iniciais ou testar intervenções inovadoras antes de estudos mais amplos e complexos, como ensaios clínicos randomizados. Neste sentido, o protocolo Mob-IT, baseado nas melhores evidências atuais para indivíduos com PC, apresenta estratégias para contemplar, conforme as recomendações, não apenas a variabilidade da apresentação clínica dos indivíduos com PC, mas também a multiplicidade das suas vivências, que determinam metas únicas a serem treinadas e requerem estratégias sistemáticas que permitam ajustar os parâmetros da intervenção (ex: progressão do nível de desafio) conforme sua resposta individual ao longo do tratamento. Assim, espera-se que esta tese possa contribuir para a implementações de práticas baseadas em evidências com um olhar centrado no indivíduo.

2.6. Relevância social

Esta tese de doutorado traz contribuições para a comunidade ao estimular o avanço na implementação tratamentos fisioterapêuticos baseados em evidências para indivíduos com PC. É sabido que, no Brasil, proliferam intervenções com baixo nível de evidência, que além de incorrer em elevados custos para o sistema de saúde, não favorecem o desenvolvimento do máximo potencial de crianças e adolescentes com esta condição de saúde.

Diante do exposto, é importante que estudos sintetizem as evidências disponíveis e investiguem a aplicabilidade das recomendações de prática clínica no cenário nacional, visto que favorecem a tomada de decisão de fisioterapeutas e demais profissionais da saúde na seleção da intervenção mais indicada para promover desfechos específicos de mobilidade de crianças e adolescentes com PC. Ainda, ao descrever de forma detalhada as estratégias de implementação do protocolo de intervenção, o estudo favorece a replicação da abordagem terapêutica nos contextos clínicos, ambulatoriais e domiciliares.

A implementação de intervenções baseadas em evidências pode também ajudar a reduzir os custos associados aos cuidados de crianças e adolescentes com PC, favorecendo o bom uso de recursos públicos e privados. O incentivo à aplicação de intervenções acessíveis e adaptáveis aos recursos disponíveis também contribui para minimizar as disparidades entre os sistemas públicos e privados.

Para as crianças e suas famílias que recebem intervenções baseadas na melhor evidência disponível, destaca-se que incentivar a participação de ambos na tomada de decisão frente aos objetivos de intervenção os empodera e fortalece sua capacidade de lidar com os desafios relacionados à PC, potencialmente promovendo maior autonomia e ampliando suas oportunidades em direção ao futuro.

2.7. Descrição da tese para o público leigo

Nesta tese, buscamos descrever os estudos publicados sobre como o cérebro das crianças com paralisia cerebral se organiza e qual o impacto desta organização sobre a mobilidade, ou seja, as relações entre a atividade cerebral e a forma como estes indivíduos realizam atividades como caminhar, correr, mudar ou manter sua posição. Além disso, objetivamos conhecer quais os tratamentos fisioterapêuticos efetivos para melhora da mobilidade. No primeiro estudo, observamos que o aumento da demanda da atividade cerebral está associado a um pior desempenho em atividades de mobilidade. No segundo estudo, aprendemos que os treinos que usam esteira, bicicleta, realidade virtual e o treino de movimentos funcionais melhoram aspectos como a velocidade da marcha, função motora global, e equilíbrio. Por último, colocamos em prática todos os resultados dos estudos anteriores, aplicando um tratamento que contempla os avanços científicos mais recentes para ver o que muda nas crianças com paralisia cerebral que conseguem andar com ou sem dispositivo auxiliar após o treino da mobilidade e como as mudanças acontecem. Concluímos que o treino intensivo com foco em mobilidade pode ser benéfico para a melhora da mobilidade de crianças e adolescentes com paralisia cerebral, e que mudanças na atividade cerebral e organização dos movimentos parecem acompanhar estas melhoras.

2.8. Atividades realizadas no período de 2020 a 2024 *(em ordem decrescente)*

2.8.1. *Artigos completos publicados em periódicos e relacionados à tese:*

Título: Treinamento Intensivo de Mobilidade (Mob-IT) para Crianças com Paralisia Cerebral: Protocolo de Estudo de Sujeito Único

Autores: Isabella Pessóta Sudati, Luana Pereira Oliveira Gonçalves, Natalia Duarte Pereira, Maria Julia Checo Melger, Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha, Ana Carolina de Campos.

Periódico: Revista Movimenta

DOI: <https://doi.org/10.31668/zmaqzw80>

Fator de Impacto: -

Qualis: C

Título: Efficacy and threshold dose of intensive training targeting mobility for children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis.

Autores: Isabella Pessóta Sudati, Leanne Sakzewski, Carolina Fioroni Ribeiro da Silva, Michelle Jackman, Matthew Haddon, Dayna Pool, Maharshi Parel, Roslyn N. Boyd, Ana Carolina de Campos

Periódico: Developmental Medicine And Child Neurology

DOI: <https://doi.org/10.1111/dmcn.16040>

Fator de impacto: 3,8

Qualis: A1

Título: Neural Correlates of Mobility in Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review

Autores: Isabella Pessóta Sudati, Diane Damiano, Gabriela Rovai, Ana Carolina de Campos.

Periódico: International Journal of Environmental Research and Public Health

DOI: 10.3390/ijerph21081039

Fator de Impacto: 4,614

Qualis: A2

2.8.2. Artigos completos publicados em periódicos e não-relacionados à tese:

Título: Physical Therapy Services During COVID-19 Pandemic: Perception of Families of Brazilian Children With Physical Disabilities

Autores: Pedro Bittencourt de Oliveira, Isabella Pessóta Sudati, Laura Gabrielle Lima Gonçalves, Ana Carolina de Campos.

Periódico: Pediatric Physical Therapy

DOI: 10.1097/PEP.0000000000001089

Fator de impacto: 1,3

Qualis: B1

Título: Telehealth in paediatric physical therapy education: Strategies and perceptions of interns and caregivers of children with disabilities in Brazil

Autores: Isabella Pessóta Sudati, Rayane Félix Lôbo Monteiro, Ana Beatriz Nasser, Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha, Ana Carolina de Campos

Periódico: The Clinical Teacher

DOI: <https://doi.org/10.1111/tct.13653>

Fator de impacto: 1,4

Qualis: A2

Título: Global COVID-19 childhood disability data coordination: A collaborative initiative of the International Alliance of Academies of Childhood Disability

Autores: Verónica Schiariti, Ana Carolina de Campos, **Isabella Pessóta Sudati**, Arnab K. Seal, Priscilla E. Springer, Heather Thomson, Susan Wamithi, Wei, Alicia Spittle, Bernadette Gillick.

Periódico: Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine

DOI: 10.3233/PRM-220035

Fator de impacto: 0,8

Qualis: A4

Título: Covid-19 and the impact on the physical activity level of elderly people: A systematic review

Autores: Murilo Rezende Oliveira, **Isabella Pessóta Sudati**, Vanessa De Mello Konzen, Ana Carolina de Campos, Lia Mara Wibelinger, Clisman Correa, Fabiano Moraes Miguel, Rebeca Nunes Silva, Audrey Borghi-Silva

Periódico: Experimental Gerontology

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2021.111675>

Fator de impacto: 3,3

Qualis: A3

2.8.3. Artigos submetidos em periódicos:

Título: *Mobility Intensive Training (Mob-IT) Protocol for Children with Cerebral Palsy: Feasibility and Fidelity Results*

Autores: Luana Pereira Oliveira Gonçalves, **Isabella Pessóta Sudati**, Ana Paula Zanardi da Silva, Natalia Duarte Pereira, Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha, Ana Carolina De Campos

Periódico: Disabilities

Manuscript ID: disabilities-3263562

Título: *Threshold dose and motor learning strategy reporting of active lower limb training in children with cerebral palsy: A systematic review*

Autores: Matthew Haddon, **Isabella Pessóta Sudati**, Jizelle Kenworthy-Groen, Dayna Pool, Lauren O'Connor, Robert Ware, Cristina Lee, Kate Dolling, Leanne Sakzewski.

Periódico: Developmental Medicine And Child Neurology

Manuscript ID: DMCN-SRE-24-12-0791

Título: *Physiotherapeutic intervention for a child with Koolen-de Vries Syndrome: a case report*

Autores: Ana Paula Zanardi da Silva, **Isabella Pessóta Sudati**, Meyene Duque Weber, Stefani Raquel Sales Fritsch, Ana Carolina de Campos, Eloisa Tudella

Periódico: Fisioterapia em Movimento

Manuscript ID: FM-2024-0084

2.8.4. Capítulos de livros publicados:

Título: Treino Específico da Tarefa

Autores: Ana Carolina de Campos, Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha, **Isabella Pessóta Sudati**, Bruna Romão da Silva

Publicação: Capítulo 14 em Intervenções para Crianças e Adolescentes com Paralisia Cerebral: Raciocínio Clínico para Tomada de Decisão Baseada em Evidência. Ano de 2023. Editora Medbook. Autores Hércules Ribeiro Leite, Ana Cristina Resende Camargos e Rejane Vale Gonçalves.

2.8.5. Resumos publicados em anais de congressos

Congresso: 77th Annual Meeting AACPDM

Título do trabalho: Cerebral activity and mobility changes after an intensive task-oriented mobility training for children with cerebral palsy: Preliminary results.

Autores: **Isabella Pessóta Sudati**; Luana Pereira Oliveira; Ana Paula Zanardi; Laura Gabrielle Lima Gonçalves; Maria Julia Checo Melger; Daniela Godoi Jacomassi; Natalia Duarte Pereira; Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha; Hendrik Santosa; Theodore Huppert; Ana Carolina de Campos.

Ano: 2023

Congresso: 77th Annual Meeting AACPDM

Título do trabalho: Prevalence of factors associated with motor decline in Brazilian adolescents with cerebral palsy and implications for participation.

Autores: Rayane F. L. Monteiro; Paula S. C. Chagas; Aline M. Toledo; Ana Priscila da Silva Teixeira; Nadine O. Cabral; Ana Cristina R. Camargos; Deborah E. Fontes; Egmar Longo; Vivianne Pontes; Hércules R. Leite; Kênea M. A. Ayupe; Amanda L. O. Lima; Rafaela S. Moreira; Alana G. Lemos; Luziani L. dos Santos; Rosane L. S. Moraes; **Isabella Pessóta Sudati**; Camila A. S. Santana; Ana Carolina de Campos.

Ano: 2023

Congresso: 77th Annual Meeting AACPDM

Título do trabalho: Implementation of telehealth in pediatric physical therapy education during COVID-19 pandemic: The perception of internship students.

Autores: **Isabella Pessóta Sudati**; Rayane Lobo Félix Monteiro; Ana Beatriz Nasser; Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha; Ana Carolina de Campos.

Ano: 2023

Congresso: Rehab for Kids Conference

Título do trabalho: Mobility, gross motor function and goal-achievement of children and adolescents with cerebral palsy after mobility intensive training: Preliminary results.

Autores: **Isabella Pessóta Sudati**; Rayane Lobo Félix Monteiro; Ana Beatriz Nasser; Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha; Ana Carolina de Campos.

Ano: 2022

Congresso: AusCPDM & IAACD 2022

Título do trabalho: Mobility Intensive Training (Mob-IT) for Children and Adolescents With Cerebral Palsy: Proof of concept clinical trial protocol.

Autores: **Isabella Pessóta Sudati**, Luana Pereira Oliveira, Natália Duarte Pereira, Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha, Ana Carolina de Campos.

Ano: 2022.

Congresso: 34th Annual Meeting European Academy of Childhood Disability (EACD)

Título do trabalho: Mobility intensive training protocol (Mob-IT) in children and adolescents with cerebral palsy: protocol for a feasibility study.

Autores: Luana Pereira Oliveira; **Isabella Pessóta Sudati**; Natália Duarte Pereira; Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha; Ana Carolina de Campos.

Ano: 2022.

Congresso: 12th World Congress for Neurorehabilitation

Título do trabalho: E-Health in pediatric neurorehabilitation: Implementation, adherence, and caregivers perceptions.

Autores: Ana Beatriz Nasser; **Isabella Pessóta Sudati**; Rayane Lobo Félix Monteiro; Ana Carolina de Campos; Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha.

Ano: 2022.

Congresso: Reunião científica do XVIII Curso de Especialização em Intervenção em Neuropediatria (NENEM)

Título do trabalho: Processo de tradução da Hypertonia Assessment Tool para uso no Brasil.

Autores: **Isabella Pessóta Sudati**; Ana Carolina de Campos.

Ano: 2022

Congresso: II Simpósio de inovação e neurociência translacional & XV Simpósio Internacional em neuromodulação

Título do trabalho: Brain activity in children with cerebral palsy and typical development during orthostatism

Autores: Maria Julia Checo Melger; **Isabella Pessóta Sudati**; Luana Pereira Oliveira Gonçalves; Daniela Godoi Jacomassi; Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha; Ana Carolina de Campos.

Ano: 2022

Congresso: 33th European Academy of Childhood Disability (EACD)

Título do trabalho: Families' perceptions and preferences regarding physical therapy services received during the Covid-19 pandemic in Brazil.

Autores: **Isabella Pessóta Sudati**; Pedro Oliveira Bittencourt; Ana Carolina de Campos.

Ano: 2021

Congresso: 75th Annual Meeting AACPDM

Título do trabalho: Interrelations between lower limbs sensory aspects and postural stability in individuals with cerebral palsy.

Autores: Camila Santana; Carolina Corsi; Beatriz Brugnaro; Mariana Santos; Nelci Adriana C. F. Rocha; Eloisa Tudella; **Isabella Pessóta Sudati**; Ana Carolina de Campos.
Ano: 2021

Congresso: 75th Annual Meeting AACPDM

Título do trabalho: Assessment of brain activity during lower extremity activities in individuals with cerebral palsy: A Scoping Review

Autores: **Isabella Pessóta Sudati**; Carolina Corsi; Ana Carolina de Campos.
Ano: 2021

Congresso: IV Congresso da Academia Latino Americana de Desenvolvimento Infantil e Deficiência (ALDID)

Título do trabalho: Serviços de fisioterapia na pandemia da covid-19: experiências das famílias de crianças e adolescentes com deficiências físicas.

Autores: Pedro Bittencourt Oliveira; **Isabella Pessóta Sudati**; Laura Gabrielle Lima Gonçalves; Maria Julia Checo Melger; Ana Carolina de Campos.
Ano: 2021

Congresso: XXVII Simpósio de Fisioterapia da UFSCar

Título do trabalho: Serviços de fisioterapia na pandemia: experiências das famílias de crianças e adolescentes com deficiências físicas.

Autores: Pedro Bittencourt Oliveira; **Isabella Pessóta Sudati**; Ana Carolina de Campos.
Ano: 2021

Congresso: XXVI Simpósio de Fisioterapia da UFSCar

Título do trabalho: Atendimentos de fisioterapia por meio de telessaúde para os pacientes da Unidade Saúde Escola da Universidade Federal de São Carlos.

Autores: **Isabella Pessóta Sudati**; Ana Carolina de Campos.
Ano: 2020

2.8.5. Palestras e Aulas ministradas

Tema: “MACS, Block and Box Test” e “Avaliação da criança por meio de testes funcionais e escala PEDI”

Local/Evento: Curso “Lato-Sensu” Intervenção em Neuropediatria, oferecido pelo Núcleo de Estudos em Neuropediatria e Motricidade

Data: 23 e 24 de março de 2024

Carga horária: 12 horas

Tema: “Avaliação da criança por meio de testes funcionais e escala PEDI”

Local/Evento: Curso “Lato-Sensu” Intervenção em Neuropediatria, oferecido pelo Núcleo de Estudos em Neuropediatria e Motricidade

Data: 22 de janeiro de 2023

Carga horária: 8 horas

Tema: “MACS, BOX and BLOCK test”

Local/Evento: Curso “Lato-Sensu” Intervenção em Neuropediatria, oferecido pelo Núcleo de Estudos em Neuropediatria e Motricidade

Data: 21 de janeiro de 2023

Carga horária: 4 horas

Tema: “Box and Block Test”

Local/Evento: Curso “Lato-Sensu” Intervenção em Neuropediatria, oferecido pelo Núcleo de Estudos em Neuropediatria e Motricidade

Data: 05 de fevereiro de 2022

Carga horária: 2 horas

Tema: “Metas de tratamento - COPM e SMART”

Local/Evento: Estágio de Fisioterapia em Pediatria do Curso de Graduação da UFSCAR

Data: 2022

Carga horária: 4 horas

Tema: “Vivências em Fisioterapia em Pediatria”

Local/Evento: Disciplina Introdutória do Curso de Graduação da UFSCAR

Data: 2022

Carga horária: 4 horas

Tema: “Telereabilitação Pós-Covid-19”

Local/Evento: 1º Congresso Internacional de Tecnologia na Educação

Data: 2021

Carga horária: 1 hora

Tema: “Paralisia Cerebral”

Local/Evento: Disciplina de Fisioterapia em Pediatria do Curso de Graduação da UFSCAR

Data: 2021

Carga horária: 4 horas

2.8.6. Prêmios e Bolsas de estudos

- **2024** - Bolsa para participação virtual no evento da 12th Australasian Academy of Cerebral Palsy and Developmental Medicine (AusACPD).
- **2022** - Bolsa de estudo para realização do doutorado pela Fundação de Pesquisa da Aliança de Paralisia Cerebral - Cerebral Palsy Alliance Research Foundation (Grant PHD02221)
- **2022** - Melhor trabalho apresentado na Reunião Científica do XVIII Curso de Especialização em Intervenção em Neuropediatria, Universidade Federal de São Carlos.
- **2021** - Bolsa estudantil para participação no evento da 75th American Academy for Cerebral Palsy and Developmental Medicine (AACPD).

2.8.7. Orientação e coorientação de trabalhos de conclusão de curso

Natureza do Trabalho: Co-Orientação de Trabalho de Conclusão de Curso 1 e Iniciação Científica

Aluna: Analice de Lima Guerra

Título do trabalho: “Abordagem Lúdica para o Estabelecimento de Metas Terapêuticas - Validação do jogo “Minhas Metas””

Ano: 2024

Orientadora: Ana Carolina de Campos

Instituição: Universidade Federal de São Carlos

Natureza do Trabalho: Orientação da Monografia final do XIX Curso de Especialização em Intervenção em Neuropediatria

Aluna: Laura Remundini

Título do trabalho: Desenvolvimento do Jogo “Minhas Metas” para Apoio no Processo de Estabelecimento de Metas de Reabilitação para Crianças com Deficiências Motoras

Ano: 2023

Instituição: Universidade Federal de São Carlos

Natureza do Trabalho: Orientação do Projeto de Monografia do XIX Curso de Especialização em Intervenção em Neuropediatria

Aluna: Cilene Cristina dos Santos

Título do trabalho: Confiabilidade da Hypertonia Assessment Tool (HAT-Br) para uso no Brasil

Ano: 2023

Instituição: Universidade Federal de São Carlos

Natureza do Trabalho: Coorientação de Iniciação Científica

Aluna: Maria Julia Checo Melger

Título do trabalho: “Avaliação da Atividade Cerebral em Crianças com Paralisia Cerebral e Desenvolvimento Típico Durante a Manutenção da Postura em Pé”

Ano: 2023

Orientadora: Ana Carolina de Campos

Instituição: Universidade Federal de São Carlos

Financiamento: FAPESP (Processo nº: 2022/06182-2)

Natureza do Trabalho: Coorientação do Trabalho de Conclusão de Curso 1,2 e 3 e Iniciação Científica

Aluna: Laura Gabrielle Lima Gonçalves

Título do trabalho: “Desempenho e satisfação com a mobilidade funcional: determinantes e perspectivas de crianças e adolescentes com paralisia cerebral e de seus cuidadores”

Ano: 2023

Orientadora: Ana Carolina de Campos

Instituição: Universidade Federal de São Carlos

Financiamento: PIBIC/CNPq - UFSCar

Natureza do Trabalho: Coorientação do Trabalho de Conclusão de Curso 1,2 e 3 e Iniciação Científica

Aluna: Pedro Bittencourt

Título do trabalho: “Serviços de fisioterapia durante a pandemia da Covid 19 experiências das famílias de crianças e adolescentes com deficiências físicas”

Ano: 2021

Orientadora: Ana Carolina de Campos

Instituição: Universidade Federal de São Carlos

Financiamento: FAPESP (processo nº 2021/03207-1)

2.8.8. Banca de trabalhos de conclusão de curso

Natureza do Trabalho: Projeto de monografia do XX Curso de Especialização em Intervenção em Neuropediatria

Aluna: Aline Roberta da Silva

Título do trabalho: “Informações on-line sobre tratamento fisioterapêutico para transtorno do espectro autista: avaliação da qualidade do conteúdo disponível”

Ano: 2024

Instituição: Universidade Federal de São Carlos

Natureza do Trabalho: Trabalho de Graduação 1

Aluna: Beatriz Cristina Lucca

Título do trabalho: “Correlações entre as estratégias biomecânicas e características espaço-temporais durante o teste TUG-ABS em crianças e adolescentes com paralisia cerebral”

Ano: 2023

Instituição: Universidade Federal de São Carlos

2.8.9. Projetos de Pesquisa e Extensão

Nome do projeto: Mecanismos neurais e biomecânicos associados às mudanças na mobilidade funcional após um protocolo de treino intensivo orientado à tarefa em crianças e adolescentes com paralisia cerebral

Período: 2020 - Atual

Natureza do projeto: Projeto de pesquisa

Nome do projeto: Aplicação do Exame Neurológico Infantil de Hammersmith (HINE)

Período: 2024 - 2024

Natureza do projeto: Projeto de extensão

Nome do projeto: Desenvolvimento e Validação do Jogo Minhas Metas para Apoio no Processo de Estabelecimento de Metas de Reabilitação para Crianças com Deficiências Motoras

Período: 2022 - Atual

Natureza do projeto: Projeto de pesquisa

Nome do projeto: Desempenho e satisfação com a mobilidade funcional: determinantes e perspectivas de crianças e adolescentes com paralisia cerebral e de seus cuidadores

Período: 2021 - 2022

Natureza do projeto: Projeto de pesquisa

Nome do projeto: Processo de tradução da Hypertonia Assessment Tool para uso no Brasil

Período: 2021 - Atual

Natureza do projeto: Projeto de pesquisa

Nome do projeto: Serviços de fisioterapia durante a pandemia de Covid-19: experiências das famílias de crianças e adolescentes com deficiências físicas

Período: 2020 - 2022

Natureza do projeto: Projeto de pesquisa

Nome do projeto: Atendimentos de fisioterapia por meio de telessaúde considerando um contexto interdisciplinar generalista

Período: 2020 - 2020

Natureza do projeto: Projeto de extensão

2.8.10. Links

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3696596258581313>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6247-6501>

2.8.11. Outros

Natureza da formação: Especialista Profissional em Fisioterapia Neurofuncional - Na criança e no adolescente

Responsável: Associação Brasileira de Fisioterapia Neurofuncional (ABRAFIN) e Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (COFFITO)

Ano: 2024

Natureza da formação: Pós-graduação

Nome: Curso de Especialização em Intervenção em Neuropediatria (XVIII CEIN)

Período: 2021-2022

Carga horária: 416 horas/aula

Natureza da formação: Aperfeiçoamento

Nome: XII Curso Prático de Aperfeiçoamento em Intervenção Precoce

Período: 2022

Carga horária: 546 horas/aula

Natureza da formação: Capacitação

Nome: Aplicação do Exame Neurológico Infantil de Hammersmith (HINE)

Período: 2024

Carga horária: 10 horas/aula

Natureza da formação: Capacitação

Nome: Curso básico de General Movements

Período: 2024

Carga horária: 27 horas/aula

Natureza da formação: Capacitação

Nome: Systematic Review Workshop

Período: 2022

Carga horária: 64 horas/aula

Natureza da formação: Capacitação

Nome: Curso Online Introdução à Terapia Orientada à Tarefa

Período: 2021

Carga horária: 12 horas/aula

Natureza da formação: Capacitação

Nome: Curso On-line: Terapia por Contensão Induzida em Telereabilitação.

Período: 2020

Carga horária: 6 horas/aula

3. REVISÃO DE LITERATURA

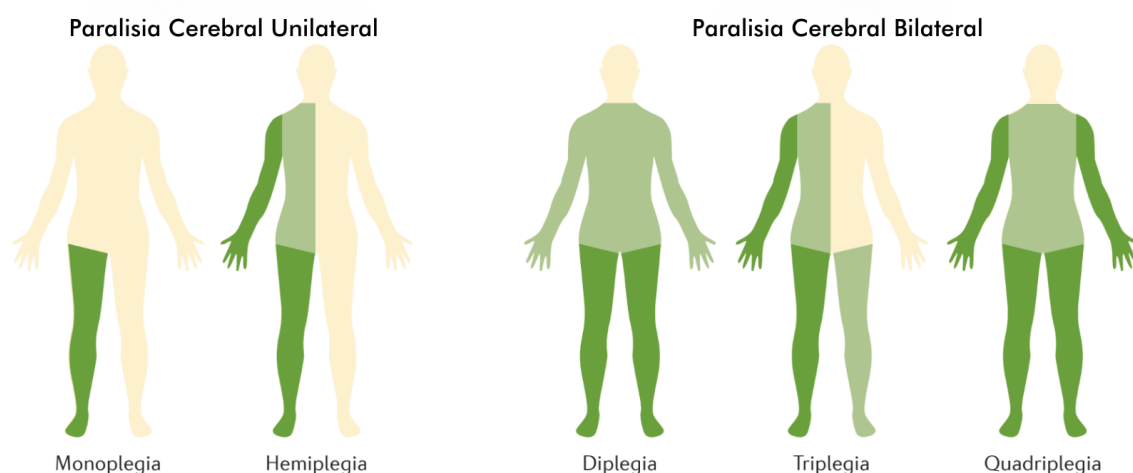
3.1. Definição e Classificação da Paralisia Cerebral

A paralisia cerebral (PC) é a deficiência mais comum da infância, sendo definida como um grupo de desordens causada por uma malformação ou lesão no cérebro em desenvolvimento. A PC causa alterações no movimento e na postura, ocasionando limitações de atividade, e frequentemente associada a deficiências visuais, cognitivas, crises convulsivas e deficiências musculoesqueléticas secundárias (1).

Estudos em países desenvolvidos estimam a prevalência de 1,4 crianças com PC a cada 1000 nascidas-vivas (2). Em países de baixa renda ou em desenvolvimento, a prevalência de PC varia de 2,69 a 3,92 a cada 1000 nascidas-vidas (3). Isso pode ser explicado pela assistência pré e perinatal limitada, difícil acesso aos cuidados básicos de saúde, somados a lacuna de conhecimento da população em relação a educação em saúde (4). No Brasil, um estudo realizado na cidade de Aracaju-SE sugere a prevalência de 1,37 crianças com PC a cada mil nascidas-vivas. Entretanto, o estudo reforça que em regiões de periferia a taxa é de três a quatro vezes maior (5), o que pode estar relacionado aos fatores mencionados anteriormente. Tais desafios no acesso a serviços básicos de saúde permitem supor que os cuidados de reabilitação apropriados, incluindo Fisioterapia, também podem não ser acessados de forma ideal por essas crianças e suas famílias.

A PC é uma condição com ampla variabilidade de características clínicas e condições associadas, o que torna desafiadora a padronização de qualidade distintivas em um grupo tão heterogêneo (6). Diferentes classificações são utilizadas para facilitar a descrição clínica dos indivíduos com PC, de acordo com as características em comum. A topografia do comprometimento motor, por exemplo, permite classificar a PC conforme o acometimento motor dos membros (Figura 1; (7)). No Brasil, dados preliminares mostram que 70,77% dos indivíduos apresentam PC bilateral (4).

Figura 1. Topografia do comprometimento motor na PC



(Fonte adaptada de Graham et al., 2016 (7))

O Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS) é amplamente utilizado para classificar as capacidades e limitações da função motora grossa, baseados em movimentos voluntários com foco principal na habilidade de sentar, realizar transferências e mobilidade e o nível de assistência necessário (8,9). O GMFCS classifica a PC em cinco níveis, variando do nível I, no qual a criança possui maior independência, ao nível V, no qual a criança necessita assistência total para realização dos movimentos (8,9).

3.2. Mobilidade na Paralisia Cerebral

Quando questionados sobre os principais desejos de mudança, crianças com PC e seus cuidadores frequentemente destacam atividades de mobilidade como uma das áreas mais relevantes (10–12). A mobilidade pode ser definida como a habilidade de se deslocar livremente por diferentes ambientes (13,14). A Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) descreve “mobilidade” como atividades relacionadas a marcha, corrida, a manutenção e/ou mudança da posição do corpo, enquanto carrega ou não objetos (14).

A aquisição da marcha independente, em crianças com desenvolvimento motor típico (DT), acontece por volta dos 12 meses de idade, sendo estimado que o padrão de marcha aos 3 anos já se aproxima da maturidade, passando por refinamento até por volta dos 7 anos de idade (15). Dentre os parâmetros que caracterizam a marcha madura, destacam-se uma maior velocidade da marcha, e comprimento do passo, menor cadência, além de menor deslocamento do centro de massa (15,16). Crianças com PC frequentemente apresentam alterações em

parâmetros da marcha como menor velocidade, maior tempo de duplo apoio e menor comprimento do passo quando comparadas às crianças com DT (17). Tais deficiências estão correlacionadas com o nível de funcionalidade da criança, ou seja, quanto maior o envolvimento motor, mais acentuadas são essas características (18).

A marcha é considerada uma tarefa complexa, que envolve a coordenação de diversos segmentos corporais e a integração de processos multissensoriais (19,20). O controle da marcha também envolve processos cognitivos (por exemplo, atenção a obstáculos), necessários para que o indivíduo se adapte ao contexto. Para crianças com PC, lidar com todas estas demandas pode impor elevada demanda de processamento neural tendo em vista as dificuldades motoras presentes (21).

De maneira similar, a manutenção da postura ortostática envolve diversos sistemas corporais, assegurando o posicionamento adequado do corpo no espaço, preservando a estabilidade e o alinhamento corporal ao manter a projeção do centro de pressão dentro dos limites da base de apoio (22). Crianças com PC apresentam maior tempo de recuperação da estabilidade e maior amplitude e velocidade de movimento do centro de pressão durante a manutenção da postura em pé e transferências posturais (23,24). O nível crescente de dificuldade da tarefa (ex: retirada da informação visual, acréscimo de tarefa cognitiva concomitante) determinam necessidade de recrutar recursos neurais adicionais para que o equilíbrio se mantenha(25).

3.3. Atividade Cerebral na Paralisia Cerebral

Estudos prévios investigaram a relação entre os desfechos motores e as lesões estruturais do cérebro de crianças com PC (26,27). Em crianças com PC unilateral o comprometimento microestrutural da substância branca foi associado com pior função dos membros superiores enquanto em crianças com PC bilateral, uma menor integridade do trato corticoespinhal, radiações talâmicas posteriores, corona radiata e fascículo longitudinal superior foi correlacionado com níveis mais altos do GMFCS e do Sistema de Classificação da Habilidade Manual (MACS) (26). No entanto, essas pesquisas se limitaram a avaliações estáticas, focadas na estrutura cerebral, sendo escassos os estudos que descrevem como a atividade cerebral se organizam durante atividades dinâmicas, como a marcha e ortostatismo.

As técnicas de mapeamento cerebral funcionais e não-invasivas estão sendo cada vez mais adotadas no ambiente clínico e de pesquisa para refinar o conhecimento sobre os mecanismos neurais. Dentre as principais vantagens associadas ao uso dessas tecnologias,

destacam-se a segurança, a boa aceitação em grupos que podem não tolerar a imobilidade por longos períodos, e a possibilidade de avaliação em tempo real de atividades dinâmicas (28).

As técnicas de mapeamento cerebral têm sido consideradas altamente promissoras para o processo de reabilitação de diferentes condições de saúde e há expectativa de que com a continuidade dos avanços na área, tais técnicas passem a ser utilizadas clinicamente (31,32). Por meio delas, é possível detectar como as lesões que causaram a PC impactam os padrões de atividade cerebral e o desempenho de diversas tarefas, incluindo de mobilidade, o que é particularmente relevante quando se trata de uma condição heterogênea como a PC. Também pode ser possível detectar as mudanças em resposta às experiências (por exemplo, intervenções terapêuticas) a que os indivíduos são expostos (29), o que permite vislumbrar novas possibilidades de intervenções personalizadas. O conhecimento dos mecanismos de ação das intervenções apoia, ainda, a consolidação de práticas baseadas em evidências (33).

A escolha da melhor técnica de mapeamento cerebral a ser utilizada deve ser baseada nos recursos disponíveis e no desfecho final que se deseja obter (29). No geral, as técnicas podem ser divididas em dois grandes grupos, de acordo com seus princípios neurofisiológicos: hemodinâmico ou eletrofisiológico (30). A Tabela 1 apresenta uma breve descrição das principais tecnologias de avaliação funcional da atividade cerebral e suas limitações quando comparada às demais:

Tabela 1. Características e limitações das técnicas de mapeamento cerebral:

Princípio	Método de mapeamento	Principais características	Principais limitações
Hemodinâmico	fNIRS	- Mensura as mudanças no fluxo sanguíneo cerebral, através da oxihemoglobina, desoxihemoglobina e hemoglobina total; - Utilizado em atividades dinâmicas; - A luz infravermelha é emitida pelo fNIRS, penetra na pele e no cérebro e parte dela é absorvida pelo fluxo sanguíneo, os detectores localizados no couro cabeludo captam a luz refletida de volta ao couro cabeludo e a concentração de Hb é captada. - Quando a região do cérebro é ativada, há aumento no consumo de oxigênio, que aumenta os níveis de oxihemoglobina e diminui os níveis de desoxihemoglobina.	- A detecção das mudanças varia de acordo com o fluxo; - Atividades que geram alta frequência cardíaca podem interferir no sinal; - Não oferece informações anatômicas - Informações excitatórias e inibitórias não podem ser diferenciadas - Apenas sensível à atividade cortical, sem atingir regiões mais profundas do encéfalo.
	fMRI	- O <i>scanner</i> emite pulsos de rádio que perturbam temporariamente o alinhamento dos prótons. Quando os prótons retornam ao alinhamento original com o campo magnético, eles liberam energia, que é detectada pelo <i>scanner</i>. Essa energia varia com a densidade de diferentes tecidos e do fluxo sanguíneo, criando imagens detalhadas do	- Informações excitatórias e inibitórias não podem ser diferenciadas; - Movimentos de grande amplitude podem degradar a qualidade do sinal; - Não é portátil - Alto custo

		cérebro; - Baseia-se no efeito BOLD, que, assim como o fNIRS, reflete mudanças nos níveis de oxigenação do sangue; - Quando combinado com imagens estruturais, gera imagens tridimensionais detalhadas do cérebro, permitindo uma análise precisa de estruturas profundas e corticais; - Detecta a relação de mudança entre o repouso e o movimento; - Mensura tarefas estáticas ou movimentos de pequena amplitude (ex: preensão).	
Eletrofisiológicos	EEG	- Mensura os sinais elétricos gerados pelos neurônios - Portátil e detecta sinais durante atividades dinâmicas - Os neurônios ativos geram potenciais de ação ao longo dos dendritos, gerando voltagens elétricas flutuantes que são detectadas pelos eletrodos posicionados no couro cabeludo; - Usam paradigmas experimentais baseados em eventos para identificar as diferenças na atividade cerebral; - Detecta a atividade cerebral em forma de onda e o padrão de ativação é dependente da frequência, que varia de acordo com a atividade a ser executada.	- Tecido entre o couro cabeludo e o córtex atenua o sinal; - Não coletam informação anatômica
	MEG	- Características similares ao EEG, entretanto, detectam o	- Alto custo

campo magnético gerado pelos sinais elétricos	- Não fornece informação anatômica
- Mensuração mais precisa da atividade cerebral pois os tecidos geram pouca influência sobre o sinal	- Não é portátil

Fonte: Baseada nos estudos de Eliassen et al., 2008 (29) e Shibasaki et al., 2008 (30)

Legenda: Espectroscopia Funcional de Infravermelho Próximo (fNIRS); Ressonância Magnética Funcional (fMRI); *Blood Oxygenation Level Dependent* (BOLD); Eletroencefalograma (EEG); Magnetoencefalograma (MEG).

3.4. Intervenções com Foco em Mobilidade para Indivíduos com Paralisia Cerebral

As diretrizes atuais de intervenção terapêutica recomendam a adoção do modelo biopsicossocial proposto pela CIF (34) para avaliação e tratamento, com ênfase na promoção da autonomia e da participação. Nos últimos anos, as intervenções que têm apresentado melhores evidências para desfechos motores são aquelas que envolvem a prática de tarefas relacionadas ao cotidiano, executadas de forma ativa, preferencialmente de maneira intensiva e direcionadas a uma meta pré-estabelecida (35). Os tratamentos intensivos, ou seja, realizados com alta frequência e número de repetições, dentro de um curto período de tempo, têm se mostrado mais eficazes para promover melhor desempenho durante atividades funcionais quando comparadas a tratamentos convencionais (36–39).

A dose tem sido definida como uma variável que engloba a intensidade, frequência, tempo e tipo de intervenção (KOLOBE2014). Com relação à dose mínima necessária para desfechos clinicamente relevantes, recomenda-se uma prática de pelo menos 14 a 25 horas de intervenções direcionadas para obter melhoras em objetivos individuais relacionados à função do membro superior. Por outro lado, para melhorar objetivos gerais da função do membro superior ao menos 30 a 40 horas de prática de intervenção generalizada são necessárias (40). Estes dados reforçam a importância do treino de metas individuais para maximizar a custo-efetividade das intervenções. Entretanto, persiste a lacuna sobre a dose mínima necessária de intervenções intensivas para que sejam atingidos objetivos relacionados à mobilidade.

Outra variável amplamente discutida e essencial para a prática clínica é a intensidade da intervenção, que frequentemente apresenta definições variadas (41–43) ou aplicação inconsistente. Entre as abordagens mais citadas, destacam-se o número de repetições de um determinado exercício e o tempo dedicado à sua execução, ambos, por vezes, difíceis de mensurar considerando que, em um dado exercício, a dedicação e o envolvimento do paciente são cruciais para a aquisição de habilidades (33). No entanto, a definição mais adequada, considerando o cenário das intervenções e a população-alvo, seria a quantidade de esforço físico e/ou mental realizado pelo paciente durante um movimento específico, uma sequência de movimentos, um exercício ou uma atividade ao longo de uma sessão terapêutica (44).

Diretrizes de prática clínica foram desenvolvidas para agrupar e fornecer recomendações de boas práticas baseadas em evidências atuais acerca de estratégias motoras para melhorar a função de crianças e jovens com PC (45). Dentre as abordagens mais efetivas

para a melhora da mobilidade de crianças com PC, destaca-se o treino direcionado ao objetivo e orientado à tarefa (TOT), uma prática contemporânea de reabilitação com foco na neuroplasticidade e na melhora da função motora (46,47). O TOT segue os princípios da aprendizagem motora, que requer a participação ativa da criança na realização de tarefas motoras funcionais e específicas do contexto da vida real (48).

O treino de uma nova tarefa, preferencialmente que seja relevante para o indivíduo, aciona circuitos neuronais de forma repetitiva e desencadeiam novas sinapses, que por sua vez mediam pequenas mudanças nesses circuitos (48,49). Incorporando este princípio, para favorecer ainda mais o processo de aprendizagem e promover o envolvimento da criança na intervenção, sugere-se a colaboração dos pais e das crianças nos processos de estabelecimento de metas de tratamento e de tomada de decisões terapêuticas, para que as tarefas representem a individualidade e a real necessidade do cotidiano da família (50). Ainda, a prática dessas tarefas deve iniciar de forma parcial sempre que necessário, avançando até a prática da tarefa total, com *feedback* informativo e positivo sobre o desempenho e o resultado final (51–53). Todos esses princípios agrupados favorecem a motivação da criança e a atenção durante a prática, sendo esses importantes moduladores da neuroplasticidade cerebral e disparadores da prática espontânea das tarefas aprendidas (54).

O cérebro humano está em constante adaptação e remodelação frente às experiências vividas (55). Ainda são escassos os estudos que demonstram como a atividade cerebral se comporta frente a atividades de mobilidade em crianças com PC. A plasticidade dependente da tarefa é gerada a partir da estimulação contínua da área de lesão cerebral, que promove a reorganização das conexões cerebrais. É por meio da especificidade da tarefa que novas conexões cerebrais irão acontecer para remodelar a área de lesão e assim gerar ganhos motores (56). Ela está diretamente ligada ao tempo de treinamento, número de repetições, variação e intensidade da tarefa (49).

Alguns princípios que se relacionam com o processo de reabilitação são apresentados na Tabela 2:

Tabela 2. Princípios da plasticidade cerebral dependente da experiência.

Princípio	Descrição
1. Use ou perca	A falha em utilizar funções cerebrais específicas pode levar à degradação funcional.
2. Use e melhore	O treinamento que promove uma função cerebral específica

	pode levar a um aprimoramento dessa função.
3. Especificidade	A natureza da experiência de treinamento determina a natureza da plasticidade.
4. Repetição importa	A indução de plasticidade requer repetição suficiente.
5. Intensidade importa	A indução de plasticidade requer intensidade de treinamento suficiente.
6. Tempo importa	Diferentes formas de plasticidade ocorrem em momentos diferentes durante o treinamento.
7. Saliência importa	A experiência de treinamento deve ser suficientemente saliente para induzir plasticidade.
8. Idade importa	A plasticidade induzida por treinamento ocorre mais prontamente em cérebros mais jovens.
9. Transferência	A plasticidade em resposta a uma experiência de treinamento pode aumentar a aquisição de comportamentos semelhantes.
10. Interferência	A plasticidade em resposta a uma experiência pode interferir na aquisição de outros comportamentos.

(Fonte adaptada: Kleim & Jones, 2008(49))

Diversos treinos intensivos têm demonstrado eficácia na promoção da plasticidade neural em crianças e adolescentes com PC. Exemplos incluem a terapia de contensão induzida (TCI), os treinos bimanuais (HABIT) e os treinos de marcha em esteira, que favorecem a neuroplasticidade, e consequentemente melhoram os desfechos motores (57–59). Mais recentemente, os treinos bimanuais passaram a incorporar a função locomotora de forma secundária por meio de uma intervenção *Hand-Arm Bimanual Intensive Therapy – Including Lower Extremities* (HABIT-ILE) (36). Entretanto, há carência de protocolos intensivos, direcionados a tarefa de mobilidade, cuja implementação pode impor desafios diferentes daqueles com foco na função do membro superior, como fadiga, e pode envolver mecanismos de neuroplasticidade também diferenciados.

Ainda, embora todas as modalidades de intervenções supracitadas contenham os ingredientes recomendados para a promoção da aprendizagem motora, frequentemente detalhes acerca dos parâmetros de intervenção (ex: critérios para progressão do nível de dificuldade das tarefas) e desafios na aplicação das intervenções, comuns no trabalho com crianças, não são reportados. Pensando na implementação de práticas baseadas em evidências,

quanto mais os ingredientes de uma intervenção foram claramente descritos, além do modo de aplicação e as dificuldades potenciais, mais será favorecida a reprodutibilidade e aplicabilidade das intervenções na prática clínica e científica.

Diante disso, ressalta-se a necessidade de estudos que detalhem com transparência os ingredientes que compõem o protocolo de intervenção, como o mesmo se aplica na prática e como os desafios encontrados podem ser abordados. Além disso, pensando na implementação dessas intervenções no sistema público, deve-se levar em conta os custos gerados pela intervenção, a facilidade de aplicação e a demanda de profissionais e equipamentos. Ainda nesse contexto, e direcionando para o cenário do Brasil, deve-se pensar na oportunidade e viabilidade financeira para participação dos profissionais em capacitações de intervenções recomendadas na literatura, visto que grandes barreiras são reportadas pelos mesmos (60,61). Além disso, a ausência de recomendações específicas de reabilitação no contexto de saúde nacional, a ampla disseminação de práticas com pouco embasamento científico e a organização dos serviços de saúde no Brasil devem ser considerados como desafios na implementação de intervenções intensivas. Tais desafios contribuem para que práticas baseadas em evidências ainda não sejam amplamente empregadas nacionalmente (62), o que destaca a necessidade de estudos que descrevam os componentes efetivos e mecanismos de ação das intervenções baseadas nas recomendações atuais, particularmente os realizados no país.

REFERÊNCIAS

1. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. 2006.
2. Galea C, McIntyre S, Smithers-Sheedy H, Reid SM, Gibson C, Delacy M, et al. Cerebral palsy trends in Australia (1995–2009): a population-based observational study. *Dev Med Child Neurol*. 2019 Feb 1;61(2):186–93.
3. Abate BB, Tegegne KM, Zemariam AB, Alamaw AW, Kassa MA, Kitaw TA, et al. Magnitude and clinical characteristics of cerebral palsy among children in Africa: A systematic review and meta-analysis. *PLOS Global Public Health*. 2024 Jun 21;4(6 June).
4. Chagas, P.S.C., Lemos, A.G., Ayupe, K.M. et al. Functioning profile and related impairments of children and adolescents with cerebral palsy - PartiCipa Brazil preliminary results. *BMC Pediatr* 24, 719 (2024). <https://doi.org/10.1186/s12887-024-05210-2>
5. Peixoto MV da S, Duque AM, Carvalho S de, Gonçalves TP, Novais AP de S, Nunes MAP. Características epidemiológicas da paralisia cerebral em crianças e adolescentes em uma capital do nordeste brasileiro. *Fisioterapia e Pesquisa*. 2020 Dec;27(4):405–12.
6. Damiano DL. Meaningfulness of mean group results for determining the optimal motor rehabilitation program for an individual child with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2014 Dec 1;56(12):1141–6.

7. Graham HK, Rosenbaum P, Paneth N, Dan B, Lin JP, Damiano DiL, et al. Cerebral palsy. Vol. 2, Nature Reviews Disease Primers. Nature Publishing Group; 2016.
8. 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>
9. Silva DBR, Pfeifer LI, Funayama CAR. Gross motor function classification system expanded & revised (GMFCS E & R): Reliability between therapists and parents in Brazil. *Braz J Phys Ther*. 2013;17(5):458–63.
10. Kelly G, Dunford C, Forsyth R, Kavčič A. Using child- and family-centred goal setting as an outcome measure in residential rehabilitation for children and youth with acquired brain injuries: The challenge of predicting expected levels of achievement. *Child Care Health Dev*. 2019 Mar 1;45(2):286–91.
11. Rast FM, Labruyère R. ICF mobility and self-care goals of children in inpatient rehabilitation. *Dev Med Child Neurol*. 2020 Apr 1;62(4):483–8.
12. Costa UM, Brauchle G, Kennedy-Behr A. Collaborative goal setting with and for children as part of therapeutic intervention. *Disabil Rehabil*. 2017 Jul 31;39(16):1589–600.
13. Williams EN, Carroll SG, Reddihough DS, Philips BA, Galea MP. Investigation of the timed “Up & Go” test in children. *Dev Med Child Neurol*. 2005 Aug;47(8):518–24.
14. World Health Organization. International classification of functioning, disability, and health : children & youth version : ICF-CY. World Health Organization; 2007. 322 p.
15. Shumway-Cook A, Marjorie H. Woollacott. *Controle Motor: Teoria e aplicações práticas*. 3a edição. Editora Manole Saúde, editor. 2010.
16. Kraan CM, Tan AHJ, Cornish KM. The developmental dynamics of gait maturation with a focus on spatiotemporal measures. Vol. 51, *Gait and Posture*. Elsevier B.V.; 2017. p. 208–17.
17. Chakraborty S, Nandy A, Kesar TM. Gait deficits and dynamic stability in children and adolescents with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. Vol. 71, *Clinical Biomechanics*. Elsevier Ltd; 2020. p. 11–23.
18. Folle MR, Tedesco AP, Nicolini-Panisson RDA. Correlation between visual gait analysis and functional aspects in cerebral palsy. *Acta Ortop Bras*. 2016;24(5):259–61.
19. Takakusaki K. *Functional Neuroanatomy for Posture and Gait Control*. 2017; Available from: www.e-jmd.org
20. Su WC, Colacot R, Ahmed N, Nguyen T, George T, Gandjbakhche A. The use of functional near-infrared spectroscopy in tracking neurodevelopmental trajectories in infants and children with or without developmental disorders: a systematic review. Vol. 14, *Frontiers in Psychiatry*. Frontiers Media SA; 2023.
21. Piitulainen H, Kulmala JP, Mäenpää H, Rantalainen T. The gait is less stable in children with cerebral palsy in normal and dual-task gait compared to typically developed peers. *J Biomech*. 2021 Mar 5;117.
22. de Graaf-Peters VB, Blauw-Hospers CH, Dirks T, Bakker H, Bos AF, Hadders-Algra M. Development of postural control in typically developing children and children with cerebral palsy: Possibilities for intervention? Vol. 31, *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 2007. p. 1191–200.
23. Pavão SL, Santos AN, Oliveira AB, Rocha NACF. 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. *Braz J Phys Ther*. 2015;19(1):18–25.

24. Hines Woollacott M, Shumway-Cook A, Woollacott M. Postural Dysfunction During Standing and Walking in Children with Cerebral Palsy: What Are the Underlying Problems and What New Therapies Might Improve Balance? Vol. 12, NEURAL PLASTICITY. 2005.
25. Lin CC, Barker JW, Sparto PJ, Furman JM, Huppert TJ. Functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) brain imaging of multi-sensory integration during computerized dynamic posturography in middle-aged and older adults. *Exp Brain Res*. 2017 Apr 1;235(4):1247–56.
26. Mailleux L, Franki I, Emsell L, Peedima ML, Fehrenbach A, Feys H, et al. The relationship between neuroimaging and motor outcome in children with cerebral palsy: A systematic review—Part B diffusion imaging and tractography. Vol. 97, *Research in Developmental Disabilities*. Elsevier Inc.; 2020.
27. Franki I, Mailleux L, Emsell L, Peedima ML, Fehrenbach A, Feys H, et al. The relationship between neuroimaging and motor outcome in children with cerebral palsy: A systematic review – Part A. Structural imaging. Vol. 100, *Research in Developmental Disabilities*. Elsevier Inc.; 2020.
28. Yen C, Lin CL, Chiang MC. Exploring the Frontiers of Neuroimaging: A Review of Recent Advances in Understanding Brain Functioning and Disorders. Vol. 13, *Life*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2023.
29. Eliassen JC, Boespflug EL, Lamy M, Allendorfer J, Chu WJ, Szaflarski JP. Brain-mapping techniques for evaluating poststroke recovery and rehabilitation: A review. *Top Stroke Rehabil*. 2008 Sep;15(5):427–50.
30. Shibasaki H. Human brain mapping: Hemodynamic response and electrophysiology. Vol. 119, *Clinical Neurophysiology*. 2008. p. 731–43.
31. Yücel MA, Selb JJ, Huppert TJ, Franceschini MA, Boas DA. Functional Near Infrared Spectroscopy: Enabling routine functional brain imaging. Vol. 4, *Current Opinion in Biomedical Engineering*. Elsevier B.V.; 2017. p. 78–86.
32. de Campos AC, Sukal-Moulton T, Huppert T, Alter K, Damiano DL. Brain activation patterns underlying upper limb bilateral motor coordination in unilateral cerebral palsy: an fNIRS study. *Dev Med Child Neurol*. 2020 May 1;62(5):625–32.
33. Van Stan JH, Dijkers MP, Whyte J, Hart T, Turkstra LS, Zanca JM, et al. The Rehabilitation Treatment Specification System: Implications for Improvements in Research Design, Reporting, Replication, and Synthesis. Vol. 100, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. W.B. Saunders; 2019. p. 146–55.
34. Anaby D, Korner-Bitensky N, Steven E, Tremblay S, Snider L, Avery L, et al. Current Rehabilitation Practices for Children with Cerebral Palsy: Focus and Gaps. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2017 Jan 1;37(1):1–15.
35. Novak I, Morgan C, Fahey M, Finch-Edmondson M, Galea C, Hines A, et al. State of the Evidence Traffic Lights 2019: Systematic Review of Interventions for Preventing and Treating Children with Cerebral Palsy. Vol. 20, *Current Neurology and Neuroscience Reports*. Springer; 2020.
36. Bleyenheuft Y, Arnould C, Brandao MB, Bleyenheuft C, Gordon AM. Hand and Arm Bimanual Intensive Therapy Including Lower Extremity (HABIT-ILE) in Children With Unilateral Spastic Cerebral Palsy: A Randomized Trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2015 Aug 23;29(7):645–57.
37. Carton de Tournai A, Herman E, Ebner-Karestinos D, Gathy E, Araneda R, Renders A, et al. Hand-Arm Bimanual Intensive Therapy Including Lower Extremities in Infants With Unilateral Cerebral Palsy: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open*. 2024 Nov 4;7(11):e2445133.

38. Sakzewski L, Provan K, Ziviani J, Boyd RN. Comparison of dosage of intensive upper limb therapy for children with unilateral cerebral palsy: How big should the therapy pill be? *Res Dev Disabil*. 2015 Feb 1;37:9–16.
39. Sudati IP, Sakzewski L, Fioroni Ribeiro da Silva C, Jackman M, Haddon M, Pool D, et al. Efficacy and threshold dose of intensive training targeting mobility for children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *Developmental Medicine and Child Neurology*. John Wiley and Sons Inc; 2024.
40. Jackman M, Lannin N, Galea C, Sakzewski L, Miller L, Novak I. What is the threshold dose of upper limb training for children with cerebral palsy to improve function? A systematic review. Vol. 67, *Australian Occupational Therapy Journal*. Blackwell Publishing; 2020. p. 269–80.
41. Cope S, Mohn-Johnsen S. The effects of dosage time and frequency on motor outcomes in children with cerebral palsy: A systematic review. *Dev Neurorehabil*. 2017 Aug 18;20(6):376–87.
42. Gannotti ME, Christy JB, Heathcock JC, Kolobe THA, Gannotti ME, Christy JB, et al. A Path Model for Evaluating Dosing Parameters for Children With Cerebral Palsy [Internet]. Vol. 94, *Physical Therapy*. 2014. Available from: <https://academic.oup.com/ptj/article/94/3/411/2735569>
43. Brandão MB, Mancini MC, Ferre CL, Figueiredo PRP, Oliveira RHS, Gonçalves SC, et al. Does Dosage Matter? A Pilot Study of Hand-Arm Bimanual Intensive Training (HABIT) Dose and Dosing Schedule in Children with Unilateral Cerebral Palsy. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2018 May 27;38(3):227–42.
44. Goikoetxea-Sotelo G, van Hedel HJA. Defining, quantifying, and reporting intensity, dose, and dosage of neurorehabilitative interventions focusing on motor outcomes. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*. 2023;4.
45. Jackman M, Sakzewski L, Morgan C, Boyd RN, Brennan SE, Langdon K, et al. Interventions to improve physical function for children and young people with cerebral palsy: international clinical practice guideline. *Dev Med Child Neurol*. 2022 May 1;64(5):536–49.
46. Jackman M, Sakzewski L, Morgan C, Boyd RN, Brennan SE, Langdon K, et al. Interventions to improve physical function for children and young people with cerebral palsy: international clinical practice guideline. *Dev Med Child Neurol*. 2022 May 1;64(5):536–49.
47. Toovey R, Bernie C, Harvey AR, McGinley JL, Spittle AJ. Task-specific gross motor skills training for ambulant school-aged children with cerebral palsy: A systematic review. *BMJ Paediatr Open*. 2017 Dec 1;1(1).
48. Winstein CJ, Kay DB. Translating the science into practice: Shaping rehabilitation practice to enhance recovery after brain damage. In: *Progress in Brain Research*. Elsevier B.V.; 2015. p. 331–60.
49. Kleim JA, Jones TA. Principles of Experience-Dependent Neural Plasticity: Implications for Rehabilitation After Brain Damage. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* [Internet]. 2008 Feb;51(1). Available from: <http://pubs.asha.org/doi/10.1044/1092-4388%282008/018%29>
50. Vroland-Nordstrand K, Eliasson AC, Jacobsson H, Johansson U, Krumlinde-Sundholm L. Can children identify and achieve goals for intervention? A randomized trial comparing two goal-setting approaches. *Dev Med Child Neurol*. 2016 Jun 1;58(6):589–96.
51. Levin MF, Demers M. Motor learning in neurological rehabilitation. Vol. 43, *Disability and Rehabilitation*. Taylor and Francis Ltd.; 2021. p. 3445–53.

52. Reid LB, Rose SE, Boyd RN. Rehabilitation and neuroplasticity in children with unilateral cerebral palsy. Vol. 11, *Nature Reviews Neurology*. Nature Publishing Group; 2015. p. 390–400.
53. Kleim JA, Hogg TM, VandenBerg PM, Cooper NR, Bruneau R, Remple M. Cortical Synaptogenesis and Motor Map Reorganization Occur during Late, but Not Early, Phase of Motor Skill Learning. *Journal of Neuroscience*. 2004 Jan 21;24(3):628–33.
54. Wulf G, Lewthwaite R. Optimizing performance through intrinsic motivation and attention for learning: The OPTIMAL theory of motor learning. *Psychon Bull Rev*. 2016 Oct 1;23(5):1382–414.
55. Ismail FY, Fatemi A, Johnston M V. Cerebral plasticity: Windows of opportunity in the developing brain. Vol. 21, *European Journal of Paediatric Neurology*. W.B. Saunders Ltd; 2017. p. 23–48.
56. Staudt M. Brain Plasticity Following Early Life Brain Injury: Insights From Neuroimaging. Vol. 34, *Seminars in Perinatology*. 2010. p. 87–92.
57. Perpetuini D, Russo EF, Cardone D, Palmieri R, Filippini C, Tritto M, et al. Identification of Functional Cortical Plasticity in Children with Cerebral Palsy Associated to Robotic-Assisted Gait Training: An fNIRS Study. *J Clin Med*. 2022 Nov 1;11(22).
58. Matusz PJ, Key AP, Gogliotti S, Pearson J, Auld ML, Murray MM, et al. Somatosensory Plasticity in Pediatric Cerebral Palsy following Constraint-Induced Movement Therapy. *Neural Plast*. 2018;2018.
59. Surkar SM, Hoffman RM, Willett S, Flegle J, Harbourne R, Kurz MJ. Hand-Arm Bimanual Intensive Therapy Improves Prefrontal Cortex Activation in Children with Hemiplegic Cerebral Palsy. *Pediatric Physical Therapy*. 2018 Apr 1;30(2):93–100.
60. Furtado MAS, Ayupe KMA, Christovão IS, Sousa Junior RR, Rosenbaum P, Camargos ACR, et al. Physical therapy in children with cerebral palsy in Brazil: a scoping review. Vol. 64, *Developmental Medicine and Child Neurology*. John Wiley and Sons Inc; 2022. p. 550–60.
61. Furtado MADS, Longo E, Campos AC de, Silva MAT da, Silva AC de C, Ayupe KMA, et al. Practices of Physical Therapists Who Assist People With Cerebral Palsy in Brazil: A National Survey. *Pediatric Physical Therapy*. 2024 Oct 1;
62. Longo E, de Campos AC, Palisano RJ. Let's make pediatric physical therapy a true evidence-based field! Can we count on you? Vol. 23, *Brazilian Journal of Physical Therapy*. *Revista Brasileira de Fisioterapia*; 2019. p. 187–8.

4. OBJETIVOS

O Estudo I objetivou descrever associações entre a função cerebral e a mobilidade de crianças com PC comparado a crianças com desenvolvimento típico, bem como os métodos de mapeamento cerebral utilizados na literatura.

O Estudo II objetivou revisar sistematicamente as evidências disponíveis sobre treino intensivo orientado a tarefas de mobilidade para crianças e adolescentes com PC, bem como determinar a dose mínima eficaz para melhora da mobilidade nessa população.

Por fim, o Estudo III objetivou investigar a efetividade de um treino intensivo, orientado a tarefa e direcionado a objetivos, nomeado Mob-IT, em crianças e adolescentes com PC sobre desfechos de mobilidade e atividade cerebral, além de entender os mecanismos de ação da intervenção.

5. ESTUDOS

5.1. Estudo I

Correlatos Neurais da Mobilidade de Crianças com Paralisia Cerebral: Uma Revisão Sistemática

Isabella Pessóta Sudati, Diane Damiano, Gabriela Rovai e Ana Carolina de Campos

Baseado no manuscrito publicado na *International Journal of Environmental Research and Public Health*

Fator de Impacto: 4,614

Qualis: A2

DOI: 10.3390/ijerph21081039

Versão em português com tabelas e figuras

Resumo:

O objetivo do presente estudo foi descrever os correlatos neurais da mobilidade em crianças com PC e descrever os métodos de mapeamento cerebral que foram utilizados na literatura existente. Esta revisão sistemática foi conduzida com base nas diretrizes PRISMA e registrada no PROSPERO (nº CRD42021240296). A busca na literatura foi realizada nas bases de dados PubMed e Embase. Foram incluídos estudos observacionais envolvendo participantes com PC, com média de idade da coorte de até 18 anos, que utilizaram técnicas de mapeamento cerebral e correlacionaram essas técnicas com resultados de mobilidade. Os resultados foram analisados em termos das características da amostra, métodos de mapeamento cerebral, medidas de mobilidade e principais resultados. O risco de viés foi avaliado utilizando uma lista de verificação criada previamente por nosso grupo de pesquisa, com base nas diretrizes STROBE, no Manual Cochrane e no *Critical Appraisal Skills Programme* (CASP). Um total de 15 estudos com 313 crianças com PC e 229 com desenvolvimento típico, utilizando tanto técnicas estáticas quanto móveis, atenderam aos critérios de inclusão. Os estudos indicam que crianças com PC apresentam aumento da atividade cerebral e maior variabilidade na reorganização cerebral durante atividades de mobilidade, como marcha, manutenção da postura em pé, o pedalar e tarefas motoras grossas, quando comparadas com crianças com desenvolvimento típico. A atividade cerebral alterada e a reorganização destacam a importância de realizar mais estudos para investigar os correlatos neurais durante atividades de mobilidade em crianças com PC. Tais informações poderiam orientar estratégias de neuroreabilitação voltadas para a neuroplasticidade cerebral com o objetivo de ganhos funcionais.

Introdução:

A paralisia cerebral (PC) é caracterizada por limitações de atividade causadas por um grupo de distúrbios de movimento e postura devido a uma lesão no cérebro em desenvolvimento [1]. A mobilidade, definida pela capacidade de se deslocar no ambiente para participar de atividades diárias e interagir com a família e a sociedade [2], é frequentemente limitada em indivíduos com PC. Neste estudo, focamos nas atividades de mobilidade descritas no Capítulo 4 da seção Atividade e Participação da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) [3].

Várias funções e estruturas corporais podem contribuir para as limitações de mobilidade na PC, incluindo espasticidade, amplitude de movimento e controle motor seletivo alterado, e demonstraram gerar impacto no padrão da marcha [4]. Alterações nas variáveis espaço-temporais (por exemplo, velocidade de marcha reduzida) foram amplamente descritas [5] e demonstraram estar correlacionadas com o nível de mobilidade [6].

A significância das descobertas motores no grupo com PC também pode ser influenciada por fatores relacionados à lesão, como local, momento e extensão [7,8]. Lesões na substância branca são as lesões cerebrais mais comuns que ocorrem em crianças com PC e são frequentemente associadas a disfunção motora grossa leve [9]. A maturação das conexões corticoespinhais normalmente começa em torno do último semestre da gravidez e pode continuar nos primeiros dois anos de vida [10]. No grupo com PC, danos nas vias corticoespinhais em períodos críticos de maturação do sistema nervoso central também estão correlacionados com distúrbios motores [8,11].

Acredita-se que o sistema nervoso central imaturo tenha maior potencial para neuroplasticidade [12]. O cérebro em desenvolvimento que tem dano estrutural tem capacidade de mudança como em todos os bebês, mas pode desenvolver diferentes padrões de organização cortical em resposta a experiências motoras alteradas. Isso pode ocorrer por meio de processos como a involução de projeções corticais danificadas, maior retenção de projeções ipsilaterais ou uma mudança no controle hemisférico para acomodar regiões que foram lesionadas, o que foi bem demonstrado em estudos da função do membro superior após lesão cerebral unilateral [10,13]. Embora seja reconhecido que os eventos de neuroplasticidade que ocorrem após lesões cerebrais precoces impactam a organização funcional do cérebro, suas consequências na mobilidade não são bem compreendidas. O rearranjo funcional do cérebro após lesões cerebrais precoces é complexo e pode não ser totalmente capturado por imagens estruturais.

Por muito tempo, a ressonância magnética (RM) foi a tecnologia de imagem cerebral mais usada para descrever lesões cerebrais em indivíduos com PC e seus correlatos motores [14]. No entanto, essa técnica tem limitações em termos de descrição da dinâmica complexa do funcionamento cerebral, especialmente durante tarefas motoras mais complexas ou funcionais. Muitas crianças com PC têm dificuldade em permanecer paradas no scanner devido a movimentos involuntários ou respostas de sobressalto exageradas, que podem ser mais exacerbadas se solicitadas a realizar um movimento, o que justifica abordagens adicionais de mapeamento cerebral.

As técnicas de mapeamento cerebral podem ser divididas em dois grupos, com base em seus princípios: análise eletrofisiológica e hemodinâmica [15]. No primeiro, é possível estudar a atividade eletrocortical através dos dendritos apicais de grandes neurônios piramidais (por exemplo, eletroencefalograma (EEG); magnetoencefalograma (MEG); estimulação magnética transcraniana (TMS, que não realiza diretamente o mapeamento cerebral, mas em combinação com outras técnicas permite a localização funcional das áreas corticais subjacentes)). Por sua vez, o último grupo identifica alterações nas concentrações de oxihemoglobina e desoxihemoglobina relacionadas à atividade neural (por exemplo, ressonância magnética funcional (fMRI); espectroscopia funcional no infravermelho próximo (fNIRS)) [15].

Há um interesse crescente em entender o comportamento cerebral durante atividades funcionais, o que se tornou possível devido ao desenvolvimento de tecnologias não invasivas, particularmente aquelas que são mais tolerantes ao movimento. Tanto o EEG quanto o fNIRS surgiram como alternativas promissoras para avaliar a atividade cerebral durante a execução de tarefas dinâmicas em cenários mais naturalistas. Embora principalmente confinadas às regiões corticais e com menor resolução espacial, essas técnicas permitem a identificação de demandas cerebrais durante tarefas de mobilidade, com aplicações como o estabelecimento de metas de tratamento para estimulação focal da neuroplasticidade [16,17].

Com o EEG, a atividade cortical eletrofisiológica pode ser relatada como banda alfa (μ), beta e gama, definidas como ondas cerebrais na faixa de frequência de 8–13 Hz, frequentemente associadas a estados relaxados e despertos; ondas cerebrais na faixa de frequência de 14–30 Hz, associadas ao pensamento ativo, foco e preparação do movimento; e ondas cerebrais de alta frequência variando de 30–100 Hz, ligadas a funções cognitivas de alto nível, como percepção, resolução de problemas e consciência, respectivamente [18]. Outros resultados relevantes incluem dessincronização relacionada à tarefa (TRD), definida como redução na potência de bandas de frequência específicas durante uma tarefa cognitiva ou motora, indicando aumento da atividade neuronal; e sincronização relacionada à tarefa (TRS),

definida como aumento na potência de bandas de frequência específicas durante ou após uma tarefa, indicando aumento da atividade neuronal síncrona, frequentemente associada à conclusão de uma tarefa ou a um estado de relaxamento [19]. A Coerência Central-Frontal é uma medida da conectividade funcional entre as regiões central e frontal do cérebro, indicando quão bem essas áreas se comunicam durante tarefas cognitivas e motoras. Juntos, esses resultados podem dar suporte à compreensão dos correlatos neurais do desempenho da mobilidade.

Os resultados do fNIRS, como pico e alterações totais em oxihemoglobina (HbO), desoxihemoglobina (HbR) e hemoglobina total, podem identificar de forma confiável as áreas corticais subjacentes que estão ativas durante tarefas motoras e são uma forma promissora de explorar os efeitos da neuroreabilitação [19]; outros resultados, como a conectividade do estado de repouso, também foram relatados para revelar mecanismos associados à capacidade motora em crianças com distúrbios neurológicos [20].

Apesar do potencial dessas técnicas, revisões anteriores exploraram apenas os correlatos da imagem estrutural com a função motora com a PC [21, 10] e foram limitadas a correlações da classificação motora e do tipo motor com dados cerebrais [21]. Outras revisões abordando o mapeamento por fNIRS em crianças não foram focadas em PC ou desfechos de mobilidade [22,23]. Há, portanto, uma escassez de revisões sistemáticas que explorem técnicas de imagem funcional e de mapeamento cerebral móvel que permitam o mapeamento cortical durante tarefas de mobilidade funcional e dinâmica em crianças com PC. No entanto, os desafios relacionados às tecnologias de mapeamento cerebral podem ter contribuído para um foco maior em crianças com níveis mais altos de funcionalidade (aquelas com PC unilateral nos níveis I e II do GMFCS) e na função dos membros superiores, mesmo em estudos que incluem crianças e/ou indivíduos com limitações de mobilidade [9,21].

O objetivo desta revisão sistemática foi descrever os métodos utilizados e seus resultados, em um esforço para demonstrar o que agora é conhecido sobre os correlatos neurais da mobilidade em crianças com PC. Dada a importância de entender o comportamento cerebral durante tarefas de mobilidade nessa população, esta revisão sistemática pode contribuir com as descobertas relacionadas à ativação cerebral durante tarefas de mobilidade. Além disso, entender as adaptações cerebrais durante essas tarefas pode dar suporte ao planejamento e execução de intervenções visando padrões de ativação alterados, para potencializar a neuroplasticidade e o impacto funcional dos tratamentos.

Materiais e Métodos

Aprovação de projeto e ética:

Esta revisão sistemática foi conduzida de acordo com as diretrizes PRISMA [24] e registrada no PROSPERO (nº CRD42021240296).

Estratégia de busca:

A busca bibliográfica foi concluída em abril de 2023, com atualizações mensais, nas bases de dados PubMed/Medline e Embase (Elsevier). As atualizações da busca foram feitas mensalmente. As seguintes palavras-chave e seus sinônimos foram usados na busca: “paralisia cerebral”, “criança”, “mobilidade” e “atividade cerebral”.

Os termos de busca e a estratégia foram adaptados de acordo com cada base de dados (Material Suplementar I). Uma busca manual pelos revisores foi realizada com base nas listas de referências dos estudos encontrados inicialmente.

Seleção de estudos:

Os critérios de inclusão foram os seguintes:

- [1] participantes com diagnóstico de PC (pelo menos 50% da amostra do grupo com PC);
- [2] idade média da amostra até 18 anos;
- [3] utilização de técnicas de mapeamento ou imagem cerebral (fMRI, EEG, fNIRS, MEG, entre outras);
- [4] correlação com medidas de mobilidade (por exemplo, medidas de locomoção, transferências posturais, função motora grossa);
- [5] desenho de estudo observacional (ou estudos de intervenção se houver dados de linha de base disponíveis).

Estudos foram excluídos se os participantes tivessem outras condições de saúde além da PC (por exemplo, lesão cerebral traumática, distúrbios genéticos); se nenhuma medida de mobilidade fosse usada (por exemplo, foco em atividades dos membros superiores) e se o tipo de publicação fosse diferente de um artigo de pesquisa revisado por pares (por exemplo, resumos de congressos, dissertações/teses, comentários ou revisões sistemáticas). Não houve restrições de tempo e idioma. Dois revisores (IPS e ACC) realizaram independentemente a seleção de estudos com base nos títulos ou resumos de todos os estudos identificados pela busca inicial. Em caso de desacordo, um consenso foi alcançado. Depois, os revisores extraíram os dados independentemente e classificaram a qualidade dos estudos incluídos.

Avaliação da qualidade metodológica

O risco de viés foi avaliado por checklist criado e utilizado anteriormente por nosso grupo de pesquisa [25,26] que se baseia nas diretrizes do *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE) da literatura sobre o desenvolvimento de critérios de qualidade descritos no *Cochrane Handbook for Systematic Reviews* e do *Critical Appraisal Skills Programme* (CASP). O checklist considerou os seguintes aspectos: (1) apresentação dos objetivos do estudo; (2) justificativa para as hipóteses do estudo; (3) uso de delineamento apropriado para atender aos objetivos; (4) delineamento dos participantes; (5) critérios de inclusão propostos pelo estudo; (6) exposição do recrutamento de voluntários; (7) descrição do tipo de amostragem; (8) aspectos éticos; (9) voluntários não participantes ou excluídos do estudo; (10) cálculo da amostra para seleção de voluntários; (11) descrição das variáveis; (12) uso de métodos estatísticos apropriados para analisar o resultado; (13) medidas descritivas de precisão ou variabilidade dos resultados do estudo; (14) validade externa do estudo; (15) descobertas de forma clara e objetiva e (16) as limitações do estudo [25,26]. Cada item foi pontuado como 1 se o estudo atendeu ao requisito e 0 em caso negativo. Pontuações entre 12 e 16 pontos são consideradas de boa qualidade; pontuações entre 7 e 11 pontos como razoáveis; e pontuações menores que 7 pontos como de baixa qualidade.

Extração e Análise de Dados

Uma análise descritiva foi usada para relatar os seguintes dados extraídos: autores, participantes, idade, sexo, tipo de PC, nível do Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS), tipo de tecnologia de imagem cerebral, parâmetros do dispositivo, variáveis analisadas, medidas de mobilidade e principais resultados.

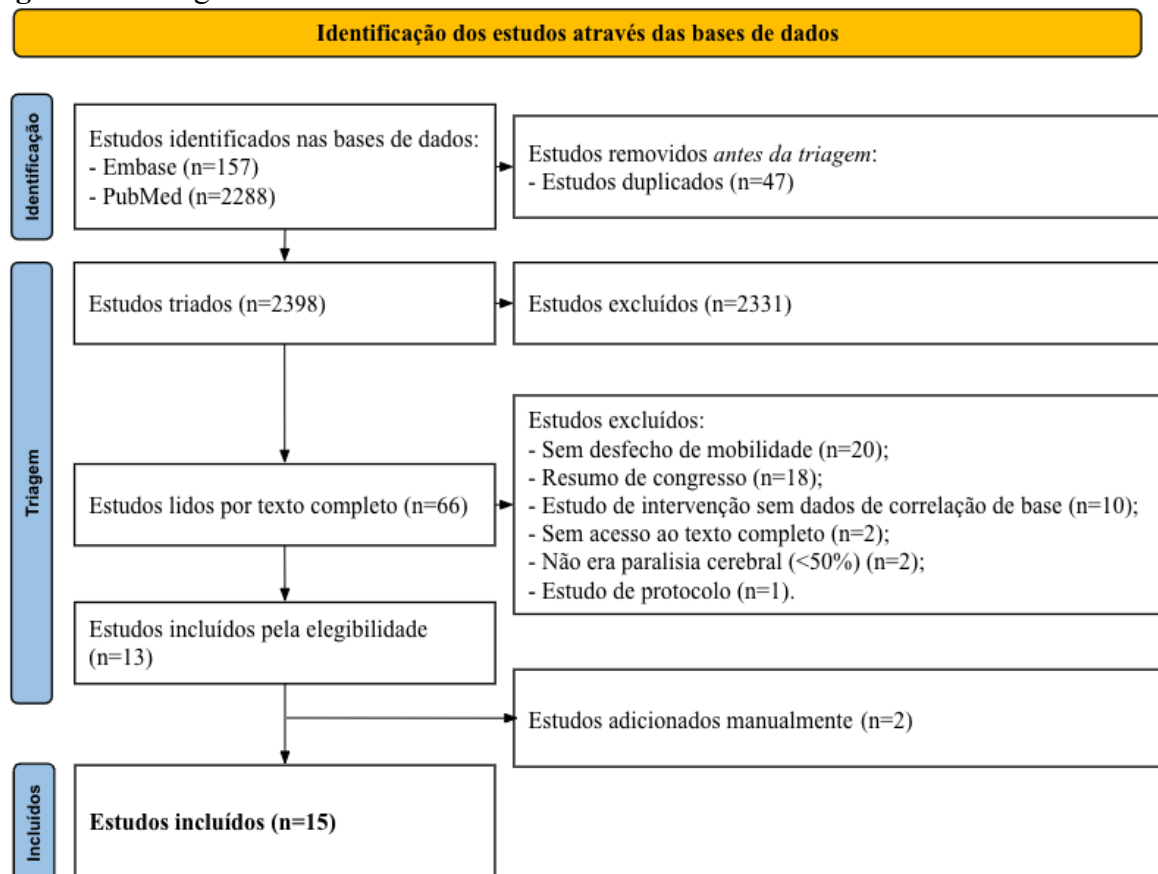
Resultados

Seleção de estudos

Um total de 2.445 estudos foram recuperados, 47 sendo identificados como duplicados. 66 foram selecionados para revisão de texto completo. Destes, os estudos foram excluídos se não tivessem resultados de mobilidade (n=20) ou fossem estudos de conferência (n=18), entre outros motivos descritos em detalhes na Figura 1.

No total, 13 estudos atenderam aos critérios de inclusão. Uma busca manual resultou na inclusão de 2 estudos adicionais. Portanto, 15 estudos foram revisados.

Figura 1. Fluxograma do estudo.



Participantes e características do estudo

As características das amostras do estudo estão listadas na Tabela 1. Os 15 estudos incluídos compreenderam um total de 542 indivíduos, incluindo 313 crianças com PC e 229 com desenvolvimento típico (DT). O tamanho da amostra variou de 8 a 65 participantes (mediana = 28), com idade média de $12,1 \pm 3$ anos.

Tabela 1. Características amostrais dos estudos.

Autor, ano	Desenho do estudo	Tamanho da amostra (n)	Sexo	Idade (média ±DP)	Níveis de GMFCS	Tipo PC
Azizi et al, 2021	Observacional	52 PC: 26 Grupo PC 1: 14 Grupo PC 2: 12 DT: 26	PC: 14 (F) e 12 (M) DT: 12 (F) e 14 (M)	PC: 9,03 ± 2,73 anos DT: 10,77 ± 3,03 anos	I, II, III, IV	Diplégico; Hemiplégico
Damiano et al, 2022*	Observacional	34 PC: 16 DT: 18	PC: 13 (F) e 3 (M) DT: 10 (F) e 8 (M)	PC: 13,3 ± 3,3 anos DT: 11,3 ± 3,4 anos	I, II, III	Bilateral
Doucet et al, 2021*	Observacional	65 PC: 27 DT: 38	PC: 12 (F) e 15 (M) DT: 14 (F) e 24 (M)	PC: 16,93 ± 4,90 anos DT: 14,44 ± 2,35 anos	I, II, III, IV	Diplégico; Hemiplégico
George et al, 2020	Observacional	20 PC: 10 DT: 10	PC: 8 (F) e 2 (M) DT: 8 (F) e 2 (M)	PC: 15,1 ± 3,9 anos DT: 15,0 ± 3,2 anos	I, II	Unilateral
Grecco et al, 2016	Intervenção	PC: 56	-	8,2 ± 1,6 anos	I, II, III	Diplégico; Hemiplégico
Hoon JR et al, 2009	Observacional	63 PC: 28 DT: 35	PC: 12 (F) e 16 (M) DT: 16 (F) e 19 (M)	PC: 5 anos 10 meses ± 2 anos 6 meses DT: 5 anos 9 meses ± 4 anos 4 meses	-	Atáxico; Diplégico; Hemiplégico; Tetraplégico
Kesar et al, 2012	Observacional	PC: 13 Hemiplégico:8 Diplégico:6	9 (F) e 4 (M)	12,08 ± 2,3 anos	I, II	Diplégico; Hemiplégico
Kurz et al, 2014	Observacional	12 PC: 4 DT: 8	PC: 2 (F) e 2 (M) DT: 7 (F) e 1 (M)	PC: 11,0 ± 4 anos DT: 13,2 ± 3 anos	II, III	Diplégico

Kurz et al, 2015	Observacional	22 PC:11 DT:11	-	PC: 14,5 ± 0,7 anos DT: 14,1 ± 0,7 anos	I, II, III	Diplégico; Hemiplégico
Kurz et al, 2020	Observacional	35 PC: 20 DT: 15	PC: 8 (F) e 12 (M) DT: 5 (F) e 10 (M)	PC: 15,5 ± 3 anos DT: 14,1 ± 3 anos	I, II, III	Diplégico
Meyns et al, 2016 †	Observacional	PC: 50	18 (F) e 32 (M)	PC unilateral: 6 anos 10 meses ± 2 anos 1 mês PC bilateral: 6 anos 7 meses ± 2 anos 1 mês	I, II, III	Unilateral; Bilateral
Rosa et al, 2007 †	Observacional	24 AF normal: 14 Baixo AF: 10 (7 PC)	AF normal: 7 (F) e 7 (M) Baixo AF: 4 (F) e 6 (M)	AF normal: 4,4 ± 0,2 anos Baixo AF: 4,2 ± 0,4 anos	I, II, V	Diplégico; Hemiplégico; Tetraplégico
Short et al, 2020	Observacional	21 PC: 9 DT: 12	PC: 7 (F) e 2 (M) DT: 8 (F) e 4 (M)	PC: 16,0 ± 2,7 anos DT: 14,8 ± 3,0 anos	I, II	Unilateral
Trevarrow et al, 2022	Observacional	47 PC: 22 DT: 25	PC: 10 (F) e 12 (M) DT: 6 (F) e 19 (M)	PC: 14,54 ± 0,91 anos DT: 14,50 ± 0,53 anos	I, II, III, IV	Diplégico
Sukal-Moulton et al, 2018	Observacional	28 PC: 14 DT: 14	PC: 9 (F) e 5 (M) DT: 5 (F) e 9 (M)	PC: 17,6 ± 9,6 anos DT: 17,2 ± 9,6 anos	I, II, III	Bilateral

Legenda: PC: paralisia cerebral; DT: desenvolvimento típico; F: feminino; M: masculino; AF: anisotropia fracionada)

* Características demográficas dos participantes na avaliação inicial.

† Caracterização da amostra no momento da avaliação da mobilidade.

Principais Resultados

As principais associações do mapeamento cerebral com medidas de mobilidade em cada um dos estudos incluídos são mostradas na Tabela 2.

A medida mais frequentemente associada foi a análise cinemática [27–36]. Alguns estudos usaram escalas clínicas como *Pediatric Evaluation of Disability Inventory Computer Adaptive Test* (PEDI-CAT) [37], AbiLOCO [38], Medida da Função Motora Grossa-66 (GMFM-66) [39], GMFM-88 e Gait Profile Score [28,32] e testes funcionais [40].

As tecnologias de mapeamento cerebral incluíram imagem por tensor de difusão (DTI) combinada com TMS (n = 1 estudo), DTI combinada com ressonância magnética funcional (fMRI; n = 4 estudos), EEG (n = 2 estudos), fNIRS (n = 2 estudos), MEG (n = 1 estudo), MEG com ressonância magnética (n = 2 estudos), fMRI em estado de repouso (rs-fMRI; n = 1 estudo) e TMS (n=2 estudos). Apenas quatro estudos realizaram a avaliação da mobilidade concomitantemente com o mapeamento cerebral [27,31,34,38].

Tabela 2. Principais resultados dos desfechos cerebrais e de mobilidade.

Tecnologia de mapeamento cerebral	Autor, ano	Parâmetros do dispositivo de coleta	Região do cérebro e resultados relacionados	Medida de mobilidade e resultados	Associações da atividade cerebral com a mobilidade*
EEG	George et al., 2020	- 64 canais; - Sistema 10–20.	- C3-C4 (córtex sensório-motor); - Coerência do hemisfério central e frontal; hemisfério central e parietal; - Frequência de pico da banda mu, dessincronização mu;	- Em pé e parado; - Caminhada em esteira na velocidade autoselecionada por 5 minutos; · Velocidade da marcha.	- Dessincronização bilateral no córtex motor durante a caminhada em PC e DT, com picos mais baixos em PC; - Maior potência na posição em pé do que na caminhada em esteira em ambos os hemisférios no DT e hemisfério não dominante para PC (tendência no dominante); - Maior coerência centro-frontal em PC do que em DT no hemisfério não dominante durante a postura ereta e quieta; - Maior coerência em DT do que em PC no hemisfério dominante durante a postura ortostática parada.

Short et al., 2020	- 64 canais; - Sistema 10-20; - Frequência 1000 Hz.	- Regiões frontal, parietal dominante e não dominante, e motora e pré-frontal não dominante; - Frequências: · 8 a 13 Hz (banda mu) · 14 a 30 Hz (banda beta);	- Análise cinemática da marcha: · Velocidade da marcha; · Cadência; · Tempo de postura; · Comprimento do passo. - EMG registrado sem fio durante a marcha, bilateralmente no tibial anterior, gastrocnêmio medial, sóleo, fibular longo, reto femoral, vasto lateral, isquiotibiais mediais e hálux longo.	- ERD de banda Mu em grupos motores durante a marcha em PC e DT; - Nenhuma ERD de banda beta sustentada em DT; - Grupo PC: · Maior ativação cortical durante a caminhada (mu- e beta-ERD nas regiões motoras e parietais dominantes e não dominantes; atividade gama baixa elevada nas áreas motoras frontal, parietal e não dominante) do que DT; · Maior coerência motora bilateral EEG-EMG na banda gama para o hálux longo do que para o DT; - Seis grupos corticais identificados como tendo ativação relacionada à marcha e todos continham participantes dos grupos PC e DT; - <i>Cluster</i> motor não dominante menos representado na PC; - Maior supressão mu em DT do que em PC no cluster motor dominante.
-------------------------------	---	--	---	---

fNIRS	Kurz et al., 2014 - Sistema fNIRS de onda contínua; - 695 e 830 nm; - Amostrado em 10 Hz; - 8 emissores de optodos infravermelhos e 8 detectores; - 24 canais; - Sistema 10/20.	- Área motora suplementar, giro pré-central, giro pós-central e lóbulo parietal superior.	- Marcha: 30 s de caminhada a uma velocidade de 0,45 m/s em esteira programável; · Tempos de passada, postura e swing; · Coeficiente de variação das medidas cinemáticas temporais; - Cinco blocos alternados de permanência em pé por 30s.	- Maior [HbO] no giro pré-central, giro pós-central e lóbulo parietal superior no PC do que no DT durante a caminhada; - Fortes correlações positivas entre [HbO] no lóbulo parietal superior e variabilidade nos intervalos de tempo de passada e postura para todos os participantes; - Correlação negativa entre a variabilidade nos intervalos de tempo da passada e a [HbO] no giro pós-central; - Correlação positiva entre os intervalos de tempo de postura e a [HbO] nos giros pré e pós centrais; - Essas correlações estão relacionadas a erros de marcha.
	Sukal-Moulton et al., 2018 - Sistema CW6 NIRS de onda contínua; - Comprimentos de onda de 690 nm e 830 nm; - 8 fontes e 16 detectores com distância inter-	- Áreas sensório-motoras bilaterais; - Extensão da ativação (número de canais ativos); - Magnitude de ativação (soma dos valores beta).	- Tarefas motoras: · Pedalar unilateral; · Pedalar bilateral. - Escalas clínicas: · GMFCS; · PEDI-CAT; · AbiLOCO.	- Efeito de grupo na extensão da ativação: · Para o pedalar unilateral, o GMFCS nível III teve mais canais ativos do que o DT. - Efeito do grupo na magnitude para todas as tarefas, exceto flexão unilateral do quadril:

óptodos de 22,4 - 36,5 mm;

- Coleta de dados a 50Hz;

- Sistema 10/20.

· Valores mais altos no nível III do GMFCS do que em todos os outros grupos, exceto na dorsiflexão bilateral, onde foram maiores apenas do que no DT.

- Correlações positivas da extensão e magnitude da atividade com o número de canais EMG ativos durante o ciclismo;

- Hemisfério contralateral mais ativo para GMFCS nível III durante o pedalar unilateral e bilateral em comparação ao ipsilateral;

- Hemisfério ipsilateral mais ativo para GMFCS I durante o pedalar unilateral;

- Ativação para PC mais lateral no hemisfério contralateral do que em DT.

MEG	Kurz et al., 2015	- Sistema Elekta MEG com 306 sensores; - Faixa de tempo-frequência de 4 a 14 Hz.	- Amplitude da latência de pico.	- Caminhar na velocidade preferida e o mais rápido possível usando um tapete de marcha · Velocidade da marcha; · Comprimento do passo; · Cadência.	- Todos os participantes: · Velocidade de caminhada preferida: correlação positiva entre comprimento do passo e correlação negativa entre cadência com amplitude do pico de voxel; · Velocidade máxima possível: correlação positiva entre a
-----	--------------------------	---	----------------------------------	---	--

amplitude do pico do voxel e o comprimento do passo;

- Participantes do PC:
 - A velocidade preferida e a mais rápida possível correlacionou-se positivamente com a amplitude do pico do voxel.
 - Velocidade mais rápida possível: o comprimento do passo correlacionou-se positivamente com a amplitude do mesmo pico de voxel.

MEG + ressonância magnética	Kurz et al., 2020	MEG: - Sistema Elekta MEG com 306 sensores; - Largura de banda de 0,1–330 Hz. Ressonância magnética: - Scanner Siemens Prisma 3T; - Bobina de cabeça de 64 canais.	- Força do beta ERD; - Variáveis comportamentais do MEG	- Caminhar na velocidade preferida usando o tapete digital gaitRITE · Velocidade da marcha · Comprimento do passo; · Cadência.	- Todos os participantes: · Correlação positiva de ordem de classificação entre a força do beta ERD durante o estágio de planejamento e execução motora e a velocidade e cadência de caminhada do participante - Participantes do PC: · Correlação positiva de ordem de classificação entre a força do beta ERD durante o estágio de execução motora e a velocidade e cadência de caminhada preferidas
-----------------------------------	------------------------------	--	--	---	---

Trevarrow et al., 2022	MEG: - Sistema Elekta MEG com 306 sensores; - Largura de banda de 0,1–330 Hz. Ressonância magnética: - Scanner Skyra 3T; - Bobina de cabeça de 32 canais.	- Córtex somatossensorial; - Coordenadas de pico de voxel; - Magnitude da resposta cortical somatossensorial e cursos de tempo neural.	- Caminhar na velocidade mais rápida possível no tapete digital gaitRITE · Velocidade da marcha; · Comprimento do passo; · Cadência.	- Efeito indireto na relação entre a atividade cortical somatossensorial passiva e a velocidade da caminhada e o comprimento do passo; - O aumento da atividade cortical somatossensorial em repouso previu o aumento da atividade cortical somatossensorial durante a flexão plantar do tornozelo; - O aumento da atividade cortical somatossensorial durante o movimento previu maior velocidade de caminhada e maior comprimento do passo
Damiano et al., 2022	fMRI: - Scanner Philips 3.0T Achieva; - T1, T2, FLAIR, estado de repouso BOLD-fMRI, MPRAGE. DTI: - EPI de disparo único com aquisição SENSE; - Tempo de eco 66 ms.	- Conectividade funcional em estado de repouso; - AF.	- Tarefa motora: · Velocidade de caminhada autosselecionada e rápida · Elíptico rápido e gratuito - Escalas clínicas: · GMFCS · Pedi-CAT	- Maior conectividade giro pré-central-mesencéfalo associada a melhor mobilidade.

Hoon et al., 2009	Ressonância magnética: - Scanner de 1,5T; - Sequências T1/T2 sagitais e axiais. DTI: - Tempo de repetição 6,2s e 9,4s; - Tempo de eco 80ms; - O valor máximo de b foi de 700s mm², em um esquema de 30 direções de gradiente diferentes, juntamente com 5 imagens de referência com ponderação de difusão mínima.	Ressonância magnética: - Vias talamocorticais conectadas ao córtex sensorial e aos tratos corticoespinhais descendentes. DTI: - AF; - Mapas vetoriais; - Mapas codificados por cores; - Escala ordinal para classificação de tratos de substância branca.	- Estado ambulatorial ou melhor habilidade motora alcançada	- Déficits de deambulação associados positivamente à gravidade da lesão por radiação talâmica posterior, mas não à lesão do trato corticoespinhal.
Meyns et al., 2016*	Ressonância magnética: - Sistema 3-T e sistema 1,5-T; - Bobina de detecção de 8 elementos. DTI: - Scanner 3-T;	DTI: - CST definido entre o córtex motor primário e o mesencéfalo; - CST_PLIC definido como segmento que atravessa o ramo posterior da cápsula interna; - Índice de assimetria de AF e coeficientes de difusão aparentes.	- Caminhar em uma passarela de 10 m em velocidade autoselecionada · Parâmetros espaço-temporais; · Ângulos articulares; · Momentos internos; · Potências normalizadas para massa corporal. - Pontuação do <i>Gait Profile</i>	- Nenhuma correlação entre medidas de mobilidade e variáveis DTI.

- Eco de giro de disparo único.

	Rosa et al., 2007	Ressonância magnética: - Sistema 1,5T; - Sequências T1, T2, FLAIR e eco gradiente. DTI: - Técnica de eco planar de disparo único; - Difusão medida ao longo de 6 direções não colineares.	- PLIC; - AF;	- Caminhar em uma passarela reta de 5m em velocidade autoselecionada; · Índice de normalidade da marcha.	- Baixa AF neonatal: · Forte correlação negativa entre AF de PLIC direito e esquerdo combinados e log do índice de normalidade da marcha em 4 anos; · GMFCS é maior para crianças com baixa AF; · Correlação negativa entre AF dos valores combinados de PLIC direito e esquerdo e GMFCS em 4 anos; · Forte correlação positiva entre valores de GMFCS e log do índice de normalidade da marcha.
rs-fMRI	Doucet et al., 2021	- Scanner de ressonância magnética 3-T Siemens Skyra; - Bobina de 32 canais; - Sequência T2; - Sequência de imagens de eco gradiente planar de disparo único.	- Córtex pré-central esquerdo; Giro lingual esquerdo; Giro de Heschl esquerdo - Redes em estado de repouso	- Caminhar na velocidade preferida no tapete digital gaitRITE · Velocidade; · Comprimento e largura do passo; · Cadência.	- Maior conectividade funcional entre os giros pré-central esquerdo e lingual associado a maior comprimento do passo direito.

DTI + TMS	Azizi et al., 2021	DTI: - Scanner 3 T com sedação; - Imagens ponderadas em T1, T2 FLAIR e DTI; - Tempo de repetição/ tempo de eco de 9100/90 ms. TMS: - Estimulador Magstim Rapid²; - TMS de pulso único com aumento de 70% e depois aumento de 10%.	- Trato corticoespinal DTI: - AF; - MD; - AD; - RD. TMS: - Limiar motor de repouso - Amplitude pico a pico do MEP - Latência MEP	- Teste de caminhada de 10 metros; - TUG; - 6MWT.	- Todos os participantes: · A velocidade da caminhada correlacionou-se negativamente com MD e RD do lado mais afetado do cérebro; · A velocidade da caminhada correlacionou-se positivamente com a AF do lado mais afetado do cérebro; · TUG correlacionou-se negativamente com AF e positivamente com MD e RD do lado mais afetado do cérebro. - Grupo PC 1: · Correlação negativa entre velocidade e RMT do lado mais afetado; · Correlação positiva entre RMT e TUG de ambos os hemisférios; · A AF do CST mais afetado previu significativamente 40% da velocidade de caminhada e 38% ($R^2 = 0,381$) do desempenho do TUG. - Grupo PC 2: · Nenhuma correlação significativa
-----------	---------------------------	---	---	---	--

TMS (Transmissão Transmissível)	Grecco et al., 2016	- Definida como 110% do limiar motor em repouso.	- 1 cm anterior a 3 cm posterior ao vértice; 2 cm sobre os córtices motores esquerdo e direito. - MEP registrado do músculo quadríceps;	- TC6; - GMFM-88 dimensão E; - Velocidade da marcha (movimento 3D); - Pontuação do <i>Gait Profile</i> .	- Na linha de base: · Crianças com MEP presente apresentaram maior velocidade de marcha;
	Kesar et al., 2012	- Estimulador MagStim 200 com bobina circular dupla de 7 cm; - Intensidade do TMS em 120% do limiar motor do EEG, boné centrado no vértice e orientado nas direções anteroposterior e médio-lateral.	- MEPs registrados usando sensores de EMG de superfície fixados aos músculos tibiais anteriores bilaterais e primeiro interósseo dorsal	- GMFM-66	- PC unilateral: · A representação cortical motora da mão afetada (direita) (primeiro interósseo dorsal) foi ipsilateral (n = 4), contralateral (n = 2) ou bilateral (n = 1) - PC bilateral: · Mapas bilaterais e contralaterais relacionados a pontuações mais altas de Melbourne e GMFM; · Dados do mapa do tibial anterior obtidos de 4/13 (3 hemiplegias, 1 diplegia); MEPs do tibial anterior não foram obtidos nos outros.

Legenda: EEG: Eletroencefalografia; PC: Paralisia cerebral; DT: Desenvolvimento típico; sHz: hertz; ERD: Dessincronização relacionada a eventos; EMG: Eletromiografia; fNIRS: Espectroscopia funcional no infravermelho próximo; nm: nanômetro; OxyHB: Hemoglobina oxigenada; Mm: milímetro; GMFCS: Sistema de Classificação da Função Motora Grossa; PEDI-CAT: Pediatric Evaluation of Disability Inventory Computer Adaptive Test; ABILOCO: Medida da capacidade locomotora; MEG: Magnetoencefalografia; ms: milissegundos; RM: Ressonância magnética; DTI: Tensor de difusão; s: segundos; CST: Trato corticoespinal; AF: Anisotropia fracionada; PLIC: Membros posteriores da cápsula interna; MD: Difusividade média; AD: Difusividade axial; RD: Difusividade radial; TMS: Estimulação Magnética Transcraniana; cm: centímetros; RMT: Limiar Motor em Repouso; TUG: Teste Timed Up and Go; TC6: Teste de Caminhada de 6 metros; GMFM: Medida da Função Motora Grossa; MEP: Potencial Motor Evocado.

* Associações significativas relatadas;

Em geral, crianças com PC apresentam maior dessincronização relacionada a eventos μ e β (ERD), concentração de HbO e maior coerência em ambos os hemisférios durante a marcha quando comparadas a crianças com DT [27,31,34]. Aquelas nas quais um MEP pode ser provocado têm maior velocidade de marcha do que aquelas sem MEPs [28]. Além disso, durante o pedalar, crianças com PC apresentam maior número de canais ativos quando comparadas a seus pares sem PC [38].

Considerando a avaliação simultânea da mobilidade e da atividade cerebral, o aumento da ativação cortical em indivíduos com PC durante tarefas de mobilidade sugere maiores demandas de recursos neurais e está associado a uma função motora mais fraca e maturação cerebral tardia em comparação com indivíduos com DT [27,31,33,37].

Avaliação da qualidade metodológica

De acordo com a lista de verificação, 6 dos 15 estudos foram classificados como tendo boa qualidade metodológica [27,28,36,37,39,41] (Tabela 3). Todos os estudos estavam em conformidade com os itens 1, 4, 8, 11, 12, 14 e 15. Nenhum relatou o método de amostragem (item 7) ou justificou o tamanho da amostra ou medidas de tamanho do efeito (item 10).

Tabela 3. Avaliação da qualidade dos estudos revisados.

Subitens	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Pontuação total (0-16)	Qualidade
Azizi et al., 2021	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	10	Razoável
Damiano et al., 2022	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	13	Boa
Doucet et al., 2021	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	12	Boa
George et al., 2020	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	12	Boa
Grecco et al., 2016	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	12	Boa
Hoon JR et al., 2009	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	14	Boa
Kesar et al., 2012	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	14	Boa
Kurz et al., 2014	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	11	Razoável
Kurz et al., 2015	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	8	Razoável
Kurz et al., 2020	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	11	Razoável
Meyns et al., 2016*	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	11	Razoável
Rosa et al., 2007	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	8	Razoável
Short et al., 2020	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	11	Razoável
Trevarrow et al., 2022	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	10	Razoável

Sukal-Moulton et al., 2018	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	11	Razoável
% de estudos que pontuaram cada item	100	73	33	100	73	33	0	100	53	0	100	100	93	100	100	73	-	-

Legenda: (1) positivo; (0) negativo.

Discussão

Este estudo revisou a literatura existente sobre correlatos neurais da mobilidade nas crianças com PC.

Características do estudo

Quinze estudos foram selecionados, compreendendo uma população total de estudo de 542 crianças, 313 delas diagnosticadas com PC. A maioria dos estudos teve um tamanho de amostra pequeno e tendeu a incluir crianças, resultando em uma idade média de 12 anos. Esses estudos recrutaram amostras de conveniência, e em alguns casos, as coletas de dados envolviam algum desconforto leve devido à estimulação ou sensação de aperto com o posicionamento dos sensores, ou exigiam que os participantes permanecessem parados por breves períodos e seguissem instruções sobre quando e como se mover, o que pode explicar a faixa etária majoritariamente escolar em todos os estudos.

A maioria dos estudos incluiu crianças com PC classificadas nos níveis mais leves de mobilidade funcional (níveis I, II e III do GMFCS), o que limita a compreensão da atividade cerebral de crianças com maior comprometimento motor. A maioria dos estudos incluiu crianças com PC bilateral e unilateral, que podem ter diferentes relações entre padrões neurais e funcionamento motor. Embora as limitações de mobilidade sejam uma característica definidora em crianças com PC e o foco de intervenções extensivas, há poucos estudos investigando a atividade cerebral durante essas tarefas; no entanto, as questões técnicas envolvidas na imagem cerebral durante a caminhada podem ser desafiadoras e só são possíveis com tecnologias móveis.

Métodos de avaliação

Avaliações de mobilidade

Foram utilizados diversos instrumentos para avaliar a mobilidade. A velocidade de caminhada autosselecionada ou confortável foi o desfecho mais utilizado para avaliar a mobilidade [27–36,40], seguido pelo GMFM-88 ou 66 [28,39].

Dados cinemáticos da análise clínica da marcha identificam as excursões angulares de diferentes articulações ou segmentos [42] e são frequentemente usados para descrever padrões de marcha [43] no nível de estruturas e funções corporais. No entanto, medidas espaço-temporais, como a velocidade da marcha em particular, coletadas durante a análise da marcha 3D ou registradas separadamente, são bons indicadores de mobilidade. Escalas clínicas de

motricidade grossa ou mobilidade são comumente usadas em estudos com PC porque são instrumentos validados e de baixo custo [44]. As múltiplas medidas utilizadas nos estudos, no entanto, dificultam a comparação dos resultados.

Técnicas de mapeamento cerebral

As técnicas de imagem cerebral investigam a função do cérebro humano com tecnologias não invasivas que incluem ferramentas eletrofisiológicas, quantificando mudanças na atividade elétrica ou eletromagnética, e ferramentas hemodinâmicas, quantificando mudanças na atividade metabólica [15]. Neste estudo, as tecnologias de mapeamento cerebral incluíram técnicas estáticas (DTI, MEG, fMRI e TMS) e móveis (EEG e fNIRS).

As técnicas de mapeamento cerebral estático geralmente fornecem informações qualitativas e quantitativas sobre a estrutura cerebral. Elas têm sido amplamente utilizadas para estabelecer a etiologia de lesões [1-4], para localização funcional de áreas corticais [15] e medições baseadas em difusão [45], e demonstraram correlações com dados clínicos [4-6]. As técnicas estáticas, no entanto, são limitadas a condições de repouso ou movimentos articulares únicos/pequenos.

Por outro lado, as técnicas móveis permitem o estudo da atividade cerebral durante tarefas motoras funcionais, como a marcha [47]. Essas tecnologias portáteis podem ser usadas em ambientes mais naturalistas e, na maioria dos casos, não requerem um sistema caro para realizar as avaliações [48,49]. Elas também fornecem benefícios adicionais em termos de avaliação de indivíduos que podem não ser capazes de permanecer suficientemente parados durante procedimentos estáticos, como crianças com distúrbios motores [50].

Correlatos neurais de tarefas de mobilidade

O aumento da atividade cerebral reflete a mobilidade alterada na PC

Embora existam várias semelhanças entre a atividade cerebral em PC e DT, como a presença de dessincronização relacionada à tarefa durante a caminhada na esteira [27, 34], uma variedade de estudos usando técnicas diferentes sugere que uma maior extensão e/ou magnitude da ativação cerebral é frequentemente observada em PC do que em DT durante tarefas de mobilidade, com valores mais altos tendendo a se correlacionar com menor mobilidade.

Utilizando EEG, Short et al. (2020), demonstraram que a marcha em esteira resultou em maior ativação cortical em ambos os hemisférios no grupo com PC unilateral [33]. A maior demanda por recursos neurais pode se estender além das bandas alfa e beta, como visto no

grupo com DT, para aumentar a atividade da banda gama no grupo com PC [33]. Além disso, George et al. (2020), relataram maior coerência central-frontal no grupo com PC em comparação aos controles, o que ilustra maior uso de recursos corticais para manter a postura em pé [27]. George et al. (2020) também relataram frequências de pico mais baixas e variáveis na potência relacionada ao evento alfa (μ) no grupo com PC em ambos os hemisférios, o que pode refletir maturação cerebral tardia, embora os participantes apresentassem comprometimento motor leve [27,50].

Estudos de fNIRS fornecem suporte adicional para indicar o aumento da atividade cerebral no grupo com PC por meio de resultados hemodinâmicos relacionados à marcha [31] e tarefas de pedalar/flexão do quadril/dorsiflexão [3-8]. Durante a marcha, maior variabilidade nos dados espaço-temporais da marcha foi correlacionada a maior atividade nos córtices sensório-motores de crianças com PC, sugerindo novamente que o aumento da utilização de recursos corticais está associado a uma função de marcha mais precária [31]. Na investigação de fNIRS de tarefas isoladas de tornozelo e envolvendo todo o membro inferior por Sukal-Moulton et al. (2018), maior extensão e magnitude da hemoglobina total na PC foram diretamente proporcionais ao grau de envolvimento motor: aqueles no nível III do GMFCS tiveram ativação significativamente maior no córtex sensório-motor em comparação com GMFCS I-II e DT [3-8].

O transbordamento da atividade cortical também está relacionado ao recrutamento muscular durante tarefas de mobilidade, conforme demonstrado por correlações significativas de extensão e magnitude da atividade cortical com vários canais de eletromiografia (EMG) ativos durante tarefas de membros inferiores em PC bilateral [3-8] e maior coerência EEG-EMG bilateral na banda gama com o hálux longo em PC unilateral em comparação com DT durante postura simples [33].

Essas descobertas sugerem que o dano neural durante o desenvolvimento cerebral causa aumentos regionais na ativação cortical durante uma variedade de tarefas de mobilidade no grupo com PC; e estes estão associados a maiores dificuldades de tarefa, controle motor voluntário seletivo mais pobre e maior coativação dos músculos. A lesão cerebral é o evento precipitante que altera as capacidades motoras iniciais que, por sua vez, influenciam o desenvolvimento e a organização do cérebro, o que afeta ainda mais a produção motora. Por exemplo, se uma criança está se movendo de forma atípica devido à fraqueza ou desequilíbrio muscular, mesmo na ausência de uma lesão cerebral, o cérebro se desenvolverá de forma anormal [51]. Esforços contínuos vêm sendo realizados para detectar precocemente a PC e

intervir mais cedo neste processo para promover uma melhor organização cerebral e produzir uma trajetória motora mais funcional [52,53].

Os padrões de reorganização cerebral são variáveis e provavelmente afetam a mobilidade

Um fator relevante para a compreensão da organização funcional do cérebro são os padrões de representação cortical e seu potencial de reorganização após lesões precoces, que resultam de processos competitivos no início do desenvolvimento [10]. No entanto, embora esse aspecto tenha sido frequentemente investigado em estudos da função motora dos membros superiores [49], suas relações com a mobilidade permanecem menos bem compreendidas. Nesta revisão, os resultados sobre a organização espacial das áreas cerebrais ativas durante o recrutamento dos músculos dos membros inferiores e tarefas de mobilidade não mostraram um padrão consistente.

Kesar et al (2012) se concentraram no mapeamento TMS da representação da mão (primeiro interósseo dorsal), visto que a atividade nos músculos dos membros inferiores (tibial anterior) raramente era provocada, possivelmente devido a desafios na estimulação de músculos controlados por áreas mais profundas do córtex, limitando assim a compreensão de sua representação cortical [39]. Os dados foram predominantemente de representação ipsilateral da mão naqueles com PC unilateral (este subgrupo também teve participantes com padrões contralaterais e bilaterais); e predominantemente contralateral naqueles com PC bilateral (alguns participantes com representação bilateral). De forma semelhante, Sukal-Moulton et al. (2018) relataram ativação contralateral mais frequente durante a dorsiflexão unilateral e flexão do quadril durante tarefas de pedalar para o grupo PC, destacando a variabilidade que pode resultar de lesões específicas e/ou eventos de neuroplasticidade [38].

Outra descoberta foi a mudança lateral na ativação em PC bilateral em comparação com indivíduos DT [38] e na localização dos mapas que provocam atividade muscular dos membros inferiores [36]. Essa descoberta pode refletir uma reorganização relacionada à etiologia da lesão cerebral (por exemplo, ventrículos aumentados), e isso somado a uma disseminação da ativação relacionada à ativação muscular sinérgica potencialmente resulta em sobreposição na representação de diferentes áreas, conforme sugerido por Kesar et al. ao relatar a proximidade dos primeiros mapas interósseos dorsais e tibial anterior [39]. Weinstein et al. (2018) investigaram a viabilidade relativa, confiabilidade e resultados comparativos de TMS, EEG e RNM em PC e concluíram que cada criança com PC tem um padrão único de organização cerebral que se reflete na heterogeneidade que foi descoberta até o momento [54]. Eles

mostraram, ainda, que diferentes modalidades de imagem podem produzir resultados diferentes quanto a quais lados do cérebro são ativados durante a mesma tarefa na mesma criança, o que torna a interpretação desafiadora. Isso também reforça a necessidade de uma avaliação cerebral mais individualizada na prescrição de estratégias de intervenção na PC, uma vez que um padrão específico de organização cerebral ainda não pode ser assumido com base apenas no desempenho motor esperado para determinado subtipo de PC.

A organização microestrutural do trato corticoespinal tem um papel pouco claro na mobilidade

A integridade e o funcionamento das projeções corticoespinhais foram reconhecidos como importantes preditores da função motora após lesões cerebrais [11]. Isso foi confirmado por Grecco et al. (2016) que demonstraram que indivíduos com PC com presença de potenciais evocados motores (MEPs) (músculos quadríceps) apresentaram velocidades de marcha mais altas do que aqueles com MEPs ausentes. Em seu estudo, esse fator foi sugerido como um potencial preditor de responsividade às intervenções de estimulação cerebral e é um aspecto a ser mais explorado [28].

Outro método para explorar a organização microestrutural do trato corticoespinal (CST) é por meio do DTI, uma técnica que quantifica a integridade do trato da substância branca pelo movimento de moléculas de água [49]. Dos cinco estudos que usaram DTI, dois se concentraram no membro posterior da cápsula interna (PLIC) [32, 33], onde os axônios motores descendentes que mediam o controle motor voluntário são mais densamente concentrados, e um abordou as radiações talâmicas posteriores [41]. Azizi et al., 2021 encontraram uma correlação positiva entre a velocidade de caminhada e a anisotropia fracionada (AF) e uma correlação negativa entre as pontuações do teste Timed Up and Go e a AF do lado mais afetado do cérebro [40]. No entanto, a amostra teve que ser dividida de acordo com a estrutura do CST, devido à alta variabilidade inter-sujeitos e esses resultados não permaneceram consistentes [40]. Corroborando com esses estudos, Damiano et al. 2022 não encontraram correlações significativas entre as características do DTI e as medidas funcionais, apenas uma associação entre maior conectividade giro pré-central-mesencéfalo e melhor mobilidade [37]. Da mesma forma, em outros estudos, não foram encontradas associações claras entre a gravidade da lesão do CST com o estado de deambulação [41] e entre a AF e a difusividade do PLIC com os escores da marcha [32]. Em contraste, Rose et al. (2007) sugeriram que o nível de gravidade motora pode ser previsto por medidas de integridade do

PLIC em participantes com PC [33]. Este estudo, no entanto, teve menos participantes e uma amostra relativamente mais heterogênea em comparação com os outros [33].

A falta de detalhes sobre como a marcha foi avaliada naqueles com maior comprometimento motor limita a compreensão da origem das diferenças. Novamente, a heterogeneidade no momento, tipo e gravidade da PC entre os estudos, bem como diferenças individuais entre crianças até mesmo em amostras muito semelhantes em termos de critérios de inclusão, sugerem a necessidade de conjuntos de dados maiores (combinados) que podem nos permitir categorizar melhor as crianças em subgrupos significativos [37].

Vários outros fatores podem contribuir para a falta de associações claras entre cérebro e comportamento motor, como a escolha de tarefas, uma maior variabilidade inter-sujeito [40] e o possível papel de outras áreas do cérebro na mobilidade. Um exemplo dessas áreas foi sugerido por Hoon et al. (2009), que relataram uma correlação significativa entre a gravidade da radiação talâmica posterior e déficits de deambulação, destacando o papel potencial das interações sensoriais e motoras na explicação dos resultados motores [41]. Isso é apoiado pelo estudo utilizando MEG de Kurz et al (2015), em que crianças com menor atividade no córtex somatossensorial após estimulação tátil periférica apresentaram menor velocidade de marcha [30]. Doucet et al., 2021 demonstraram conectividade funcional reduzida entre redes sensório-motoras, visuais e auditivas em jovens com PC quando comparados com seus controles, o que demonstrou estar associado à redução do comprimento do passo [36]. Essas descobertas sugerem integração funcional anormal dos sistemas motores e sensoriais primários do cérebro nessa população [36] e justificam uma investigação mais aprofundada.

Técnicas de mapeamento cerebral podem prever resultados de mobilidade

Uma atividade cortical somatossensorial aumentada em repouso previu atividade cortical somatossensorial aumentada durante o movimento, e atividade cortical somatossensorial aumentada durante o movimento previu velocidade de caminhada mais rápida e maior comprimento do passo em crianças com PC diplégica [35]. Da mesma forma, a AF do CST mais afetado previu 40% da variabilidade na velocidade de caminhada e 38% no desempenho do TUG em crianças com PC unilateral e bilateral [40]. À luz dessas descobertas, o mapeamento cerebral funcional pode ser um recurso interessante para previsão de resultados em longo prazo, o que pode orientar a escolha de intervenções individualizadas.

Pagnozzi et al., 2016 demonstraram que as características alteradas da forma estrutural cortical (ou seja, espessura cortical, curvatura e profundidade sulcal) em crianças com PC unilateral podem prever múltiplos resultados, como comunicação, função visual e dos membros

superiores [55]. De fato, métodos de mapeamento cerebral estrutural têm sido amplamente utilizados para prever o tipo motor e a topografia em bebês com PC [52,58-56].

Qualidade metodológica dos estudos incluídos

Seis dos 15 estudos incluídos tiveram boa qualidade metodológica. Os nove estudos restantes apresentaram limitações moderadas.

Os estudos falharam em relatar e justificar o método do tamanho da amostra, que é considerado um componente importante da qualidade metodológica. Poucos estudos especificaram o desenho do estudo, fornecendo informações amplas (por exemplo, “nesta investigação exploratória”). Os estudos também falharam em fornecer informações sobre o método de recrutamento, o que pode limitar a replicação dos estudos [26].

Considerações clínicas e de pesquisa

Considerando os resultados em conjunto, crianças com PC podem ter atividade cerebral alterada durante tarefas de mobilidade quando comparadas com DT e em vários resultados de mobilidade. Essas descobertas destacam a base neural das limitações em atividades que são importantes para indivíduos com PC e podem reforçar a importância de implementar estratégias de intervenção motora que explorem princípios de neuroplasticidade [16]. Assim, podem minimizar mudanças mal adaptativas na atividade cerebral durante atividades de mobilidade e maximizar o potencial de recuperação de crianças com PC. Exemplos dessas terapias incluem *Hand-Arm Bimanual Intensive Training Including Lower Extremity* (HABIT-ILE) [60] e Terapia de Contensão Induzida (TCI), pois foram sugeridas como potencialmente capazes de alterar a atividade cerebral [61]. É importante notar que intervenções bem-sucedidas também demonstram uma gama de eficácia entre os participantes, o que pode estar relacionado em parte aos seus padrões variáveis de organização cerebral que podem ser afetados positiva ou potencialmente negativamente por abordagens específicas, dependendo de quais padrões são mais adaptativos para cada indivíduo.

Informações limitadas sobre as associações da atividade cerebral com a mobilidade podem levar a dificuldades na compreensão dos processos de neurodesenvolvimento e neuroplasticidade diante de intervenções focadas em tarefas de mobilidade. Nesta revisão, buscamos abordar essa lacuna, apesar dos desafios na padronização dos resultados devido à alta variabilidade nas características dos participantes com PC e instrumentos de avaliação. Nosso objetivo também foi incentivar mais pesquisas sobre esse tópico.

Conclusão

Crianças com PC revelam aumento na ativação cerebral durante a mobilidade em comparação com crianças DT. Os padrões de reorganização cerebral e organização microestrutural do CST de crianças com PC durante atividades de mobilidade mostraram alta variabilidade, talvez devido à heterogeneidade de participantes e métodos de avaliação. Mais estudos são necessários para entender a relação entre cérebro, comportamento e tarefas de mobilidade e, assim, facilitar a tradução de conhecimento para a prática clínica. Essas informações podem orientar estratégias de neuroreabilitação visando a neuroplasticidade cerebral que acompanha os ganhos funcionais.

Referências

1. Rosenbaum, P.; Paneth, N.; Leviton, A.; Goldstein, M.; Bax, M. A report: The definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev. Med. Child Neurol.* 2006, 109, 8–14. [CrossRef]
2. Graham, H.K.; Harvey, A.; Rodda, J.; Nattrass, G.R.; Pirpiris, M. The Functional Mobility Scale (FMS). *J. Pediatr. Orthop.* 2004, 24, 514–520. [CrossRef] [PubMed]
3. Schiariti, V.; Selb, M.; Cieza, A.; O'Donnell, M. International Classification of Functioning, Disability and Health Core Sets for children and youth with cerebral palsy: A consensus meeting. *Dev. Med. Child. Neurol.* 2015, 57, 149–158. [CrossRef] [PubMed]
4. Ostensjo, S.; Carlberg, E.B.; Vollestad, N.K. Motor impairments in young children with cerebral palsy: Relationship to gross motor function and everyday activities. *Dev. Med. Child. Neurol.* 2004, 46, 580–589. [CrossRef]
5. Chakraborty, S.; Nandy, A.; Kesar, T.M. Gait deficits and dynamic stability in children and adolescents with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *Clin. Biomech.* 2020, 71, 11–23. [CrossRef] [PubMed]
6. Malt, M.A.; Aarli, Å.; Bogen, B.; Fevang, J.M. Correlation between the Gait Deviation Index and gross motor function (GMFCS level) in children with cerebral palsy. *J. Child. Orthop.* 2016, 10, 261–266. [CrossRef] [PubMed]
7. Eyre, J.A. Corticospinal tract development and its plasticity after perinatal injury. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 2007, 31, 1136–1149. [CrossRef] [PubMed]
8. Hawe, R.L.; Sukal-Moulton, T.; Dewald, J.P.A. The effect of injury timing on white matter changes in the corpus callosum following unilateral brain injury. *NeuroImage Clin.* 2013, 3, 115–122. [CrossRef] [PubMed]

9. Sukal-Moulton, T.; Krosschell, K.J.; Gaebler-Spira, D.J.; Dewald, J.P.A. Motor impairment factors related to brain injury timing in early hemiparesis Part I: Expression of upper extremity weakness. *Neurorehabil. Neural Repair*. 2014, 28, 13–23. [CrossRef]
10. Arnfield, E.; Guzzetta, A.; Boyd, R. Relationship between brain structure on magnetic resonance imaging and motor outcomes in children with cerebral palsy: A systematic review. *Res. Dev. Disabil.* 2013, 34, 2234–2250. [CrossRef]
11. Cappellini, G.; Sylos-Labini, F.; Dewolf, A.H.; Solopova, I.A.; Morelli, D.; Lacquaniti, F.; Ivanenko, Y. Maturation of the Locomotor Circuitry in Children With Cerebral Palsy. *Front. Bioeng. Biotechnol.* 2020, 8, 998. [CrossRef] [PubMed]
12. Staudt, M. Brain Plasticity Following Early Life Brain Injury: Insights From Neuroimaging. *Semin. Perinatol.* 2010, 34, 87–92. [CrossRef] [PubMed]
13. Thickbroom, G.W.; Byrnes, M.L.; Archer, S.A.; Nagarajan, L.; Mastaglia, F.L. Differences in sensory and motor cortical organization following brain injury early in life. *Ann. Neurol.* 2001, 49, 320–327. [CrossRef] [PubMed]
14. Riviello, J.J.; Ashwal, S.; Hirtz, D.; Glauser, T.; Ballaban-Gil, K.; Kelley, K.; Morton, L.D.; Phillips, S.; Sloan, E.; Shinnar, S. Practice parameter: Diagnostic assessment of the child with status epilepticus (an evidence-based review)—Report of the quality standards subcommittee of the American academy of neurology and the practice committee of the child neurology society. *Neurology* 2004, 62, 851–863. [CrossRef] [PubMed]
15. Shibasaki, H. Human brain mapping: Hemodynamic response and electrophysiology. *Clin. Neurophysiol.* 2008, 119, 731–743. [CrossRef] [PubMed]
16. Kleim, J.A.; Jones, T.A. Principles of experience-dependent neural plasticity: Implications for rehabilitation after brain damage. *J. Speech Lang. Hear. Res.* 2008, 51, 225–239. [CrossRef] [PubMed]
17. Mrachacz-Kersting, N.; Stevenson, A.J.T.; Jørgensen, H.R.M.; Severinsen, K.E.; Aliakbaryhosseinabadi, S.; Jiang, N.; Farina, D. Brain state-dependent stimulation boosts functional recovery following stroke. *Ann. Neurol.* 2019, 85, 84–95. [CrossRef] [PubMed]
18. Meirovitch, Y.; Harris, H.; Dayan, E.; Arieli, A.; Flash, T. Alpha and beta band event-related desynchronization reflects kinematic regularities. *J. Neurosci.* 2015, 35, 1627–1637. [CrossRef] [PubMed] [PubMed Central]
19. Leff, D.R.; Orihuela-Espina, F.; Elwell, C.E.; Athanasiou, T.; Delpy, D.T.; Darzi, A.W.; Yang, G.Z. Assessment of the cerebral cortex during motor task behaviours in adults: A systematic review of functional near infrared spectroscopy (fNIRS) studies. *Neuroimage* 2011, 54, 2922–2936. [CrossRef] [PubMed]

20. Hu, Z.; Liu, G.; Dong, Q.; Niu, H. Applications of Resting-State fNIRS in the Developing Brain: A Review From the Connectome Perspective. *Front. Neurosci.* 2020, 14, 476. [CrossRef] [PubMed] [PubMed Central]
21. Franki, I.; Mailleux, L.; Emsell, L.; Peedima, M.-L.; Fehrenbach, A.; Feys, H.; Ortibus, E. The relationship between neuroimaging and motor outcome in children with cerebral palsy: A systematic review—Part, A. Structural imaging. *Res. Dev. Disabil.* 2020, 100, 103606. [CrossRef] [PubMed]
22. Su, W.C.; Colacot, R.; Ahmed, N.; Nguyen, T.; George, T.; Gandjbakhche, A. The use of functional near-infrared spectroscopy in tracking neurodevelopmental trajectories in infants and children with or without developmental disorders: A systematic review. *Front. Psychiatry* 2023, 14, 1210000. [CrossRef] [PubMed] [PubMed Central]
23. Yeung, M.K. An optical window into brain function in children and adolescents: A systematic review of functional near-infrared spectroscopy studies. *NeuroImage* 2021, 227, 117672. [CrossRef] [PubMed]
24. Page, M.J.; McKenzie, J.E.; Bossuyt, P.M.; Boutron, I.; Hoffmann, T.C.; Mulrow, C.D.; Shamseer, L.; Tetzlaff, J.M.; Akl, E.A.; Brennan, S.E.; et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021, 372, 1–9. [CrossRef]
25. Da Costa, C.S.N.; Batistão, M.V.; Rocha, N.A.C.F. Quality and structure of variability in children during motor development: A systematic review. *Res. Dev. Disabil.* 2013, 34, 2810–2830. [CrossRef] [PubMed]
26. Visicato, L.P.; da Costa, C.S.N.; Damasceno, V.A.M.; de Campos, A.C.; Rocha, N.A.C.F. Evaluation and characterization of manual reaching in children with cerebral palsy: A systematic review. *Res. Dev. Disabil.* 2015, 36, 162–174. [CrossRef] [PubMed]
27. Azizi, S.; Irani, A.; Shahrokhi, A.; Rahimian, E.; Mirbagheri, M.M. Contribution of altered corticospinal microstructure to gait impairment in children with cerebral palsy. *Clin. Neurophysiol.* 2021, 132, 2211–2221. [CrossRef] [PubMed]
28. Damiano, D.L.; Pekar, J.J.; Mori, S.; Faria, A.V.; Ye, X.; Stashinko, E.; Stanley, C.J.; Alter, K.E.; Hoon, A.H.; Chin, E.M. Functional and Structural Brain Connectivity in Children With Bilateral Cerebral Palsy Compared to Age-Related Controls and in Response to Intensive Rapid-Reciprocal Leg Training. *Front. Rehabil. Sci.* 2022, 3, 811509. [CrossRef] [PubMed]

29. Doucet, G.E.; Baker, S.; Wilson, T.W.; Kurz, M.J. Weaker connectivity of the cortical networks is linked with the uncharacteristic gait in youth with cerebral palsy. *Brain Sci.* 2021, 11, 1065. [CrossRef]
30. George, K.A.; Damiano, D.L.; Kim, Y.; Bulea, T.C. Mu Rhythm during Standing and Walking Is Altered in Children with Unilateral Cerebral Palsy Compared to Children with Typical Development. *Dev. Neurorehabil.* 2020, 24, 8–17. [CrossRef]
31. Grecco, L.A.C.; Oliveira, C.S.; Galli, M.; Cosmo, C.; Duarte, N.d.A.C.; Zanon, N.; Edwards, D.J.; Fregni, F. Spared primary motor cortex and the presence of MEP in cerebral palsy dictate the responsiveness to tDCS during gait training. *Front. Hum. Neurosci.* 2016, 10, 361. [CrossRef]
32. Hoon, A.H., Jr.; Stashinko, E.E.; Nagar, L.M.; Lin, D.D.; Keller, J.; Bastian, A.M.Y.; Campbell, M.L.; Levey, E.; Mori, S.; Johnston, M.V. Sensory and motor deficits in children with cerebral palsy born preterm correlate with diffusion tensor imaging abnormalities in thalamocortical pathways. *Dev. Med. Child. Neurol.* 2009, 51, 697–704. [CrossRef]
33. Kesar, T.; Sawaki, L.; Burdette, J.; Cabrera, M.; Kolaski, K.; Smith, B.; O'shea, T.; Koman, L.; Wittenberg, G. Motor cortical functional geometry in cerebral palsy and its relationship to disability. *Clin. Neurophysiol.* 2012, 123, 1383–1390. [CrossRef]
34. Kurz, M.J.; Wilson, T.W.; Arpin, D.J. An fNIRS exploratory investigation of the cortical activity during gait in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Brain Dev.* 2014, 36, 870–877. [CrossRef]
35. Kurz, M.J.; Heinrichs-Graham, E.; Becker, K.M.; Wilson, T.W. The Magnitude of the Somatosensory Cortical Activity Is Related to the Mobility and Strength Impairments Seen in Children with Cerebral Palsy. *J. Neurophysiol.* 2015, 113, 3143–3150. [CrossRef]
36. Kurz, M.J.; Bergwell, H.; Spooner, R.; Baker, S.; Heinrichs-Graham, E.; Wilson, T.W. Motor beta cortical oscillations are related with the gait kinematics of youth with cerebral palsy. *Ann. Clin. Transl. Neurol.* 2020, 7, 2421–2432. [CrossRef]
37. Meyns, P.; Van Gestel, L.; Leunissen, I.; De Cock, P.; Sunaert, S.; Feys, H.; Duysens, J.; Desloovere, K.; Ortibus, E. Macrostructural and Microstructural Brain Lesions Relate to Gait Pathology in Children With Cerebral Palsy. *Neurorehabil. Neural Repair.* 2016, 30, 817–833. [CrossRef] [PubMed]
38. Rose, J.; Mirmiran, M.; E Butler, E.; Lin, C.Y.; Barnes, P.D.; Kermoian, R.; Stevenson, D.K. Neonatal microstructural development of the internal capsule on diffusion tensor imaging correlates with severity of gait and motor deficits. *Dev. Med. Child. Neurol.* 2007, 49, 745–750. [CrossRef]

39. Short, M.R.; Damiano, D.L.; Kim, Y.; Bulea, T.C. Children With Unilateral Cerebral Palsy Utilize More Cortical Resources for Similar Motor Output during Treadmill Gait. *Front. Hum. Neurosci.* 2020, 14, 36. [CrossRef]
40. Trevarrow, M.P.; Taylor, B.K.; Reelfs, A.M.; Wilson, T.W.; Kurz, M.J. Aberrant movement-related somatosensory cortical activity mediates the extent of the mobility impairments in persons with cerebral palsy. *J. Physiol.* 2022, 600, 3537–3548. [CrossRef]
41. Sukal-Moulton, T.; de Campos, A.C.; Alter, K.E.; Huppert, T.J.; Damiano, D.L. Relationship between sensorimotor cortical activation as assessed by functional near infrared spectroscopy and lower extremity motor coordination in bilateral cerebral palsy. *NeuroImage Clin.* 2018, 20, 275–285. [CrossRef]
42. Armand, S.; Decoulon, G.; Bonnefoy-Mazure, A. Gait analysis in children with cerebral palsy. *EFORT Open Rev.* 2016, 1, 448–460. [CrossRef]
43. Wren, T.A.L.; Gorton, G.E.; Öunpuu, S.; Tucker, C.A. Efficacy of clinical gait analysis: A systematic review. *Gait Posture* 2011, 34, 149–153. [CrossRef]
44. Almeida, K.M.; Albuquerque, K.A.; Ferreira, M.L.; Aguiar, S.K.B.; Mancini, M.C. Reliability of the Brazilian Portuguese version of the Gross Motor Function Measure in children with cerebral palsy. *Braz. J. Phys. Ther.* 2016, 20, 73–80. [CrossRef]
45. Assaf, Y.; Pasternak, O. Diffusion tensor imaging (DTI)-based white matter mapping in brain research: A review. *J. Mol. Neurosci.* 2008, 34, 51–61. [CrossRef]
46. Bax, M.; Tydeman, C.; Flodmark, O. Clinical and MRI correlates of cerebral palsy: The European cerebral palsy study. *J. Am. Med. Assoc.* 2006, 296, 1602–1608. [CrossRef]
47. Suzuki, M.; Miyai, I.; Ono, T.; Oda, I.; Konishi, I.; Kochiyama, T.; Kubota, K. Prefrontal and premotor cortices are involved in adapting walking and running speed on the treadmill: An optical imaging study. *Neuroimage* 2004, 23, 1020–1026. [CrossRef]
48. Baker, J.M.; Rojas-Valverde, D.; Gutiérrez, R.; Winkler, M.; Fuhrmann, S.; Eskenazi, B.; Reiss, A.L.; Mora, A.M. Portable functional neuroimaging as an environmental epidemiology tool: A how-to guide for the use of fNIRS in field studies. *Environ. Health Perspect.* 2017, 125, 094502. [CrossRef]
49. Eliassen, J.C.; Boespflug, E.L.; Lamy, M.; Allendorfer, J.; Chu, W.J.; Szaflarski, J.P. Brain-mapping techniques for evaluating poststroke recovery and rehabilitation: A review. *Top. Stroke Rehabil.* 2008, 15, 427–450. [CrossRef]
50. Sukal-Moulton, T.; de Campos, A.C.; Stanley, C.J.; Damiano, D.L. Functional near infrared spectroscopy of the sensory and motor brain regions with simultaneous kinematic and EMG monitoring during motor tasks. *J. Vis. Exp.* 2014, 94, e52391. [CrossRef]

51. Berchicci, M.; Zhang, T.; Romero, L.; Peters, A.; Annett, R.; Teuscher, U.; Bertollo, M.; Okada, Y.; Stephen, J.; Comani, S. Development of Mu Rhythm in infants and preschool children. *Dev. Neurosci.* 2011, 33, 130–143. [CrossRef]
52. Longo, E.; Nishiyori, R.; Cruz, T.; Alter, K.; Damiano, D.L. Obstetric brachial plexus palsy: Can a unilateral birth onset peripheral injury significantly affect brain development? *Dev. Neurorehabil.* 2020, 23, 375–382. [CrossRef]
53. Novak, I.; Morgan, C.; Adde, L.; Blackman, J.; Boyd, R.N.; Brunstrom-Hernandez, J.; Cioni, G.; Damiano, D.; Darrah, J.; Eliasson, A.-C.; et al. Early, accurate diagnosis and early intervention in cerebral palsy: Advances in diagnosis and treatment. *JAMA Pediatr.* 2017, 171, 897–907. [CrossRef]
54. Damiano, D.L.; Longo, E. Early intervention evidence for infants with or at risk for cerebral palsy: An overview of systematic reviews. *Dev. Med. Child. Neurol.* 2021, 63, 771–784. [CrossRef]
55. Weinstein, M.; Green, D.; Rudisch, J.; Zielinski, I.M.; Benthem-Muñiz, M.; Jongsma, M.L.; McClelland, V.; Steenbergen, B.; Shiran, S.; Ben Bashat, D.; et al. Understanding the relationship between brain and upper limb function in children with unilateral motor impairments: A multimodal approach. *Eur. J. Paediatr. Neurol.* 2018, 22, 143–154. [CrossRef]
56. Pagnozzi, A.M.; Dowson, N.; Fiori, S.; Doecke, J.; Bradley, A.P.; Boyd, R.N.; Rose, S. Alterations in regional shape on ipsilateral and contralateral cortex contrast in children with unilateral cerebral palsy and are predictive of multiple outcomes. *Hum. Brain Mapp.* 2016, 37, 3588–3603. [CrossRef] [PubMed]
57. King, A.R.; Machipisa, C.; Finlayson, F.; Fahey, M.C.; Novak, I.; Malhotra, A. Early detection of cerebral palsy in high-risk infants: Translation of evidence into practice in an Australian hospital. *J. Paediatr. Child. Health* 2021, 57, 246–250. [CrossRef]
58. Morgan, C.; Fethers, L.; Adde, L.; Badawi, N.; Bancale, A.; Boyd, R.N.; Chorna, O.; Cioni, G.; Damiano, D.L.; Darrah, J.; et al. Early Intervention for Children Aged 0 to 2 Years with or at High Risk of Cerebral Palsy: International Clinical Practice Guideline Based on Systematic Reviews. *JAMA Pediatr.* 2021, 175, 846–858. [CrossRef]
59. Te Velde, A.; Morgan, C.; Novak, I.; Tantsis, E.; Badawi, N. Early diagnosis and classification of cerebral palsy: An historical perspective and barriers to an early diagnosis. *J. Clin. Med.* 2019, 8, 1599. [CrossRef]
60. Bleyenheuft, Y.; Dricot, L.; Gilis, N.; Kuo, H.-C.; Grandin, C.; Bleyenheuft, C.; Gordon, A.M.; Friel, K.M. Capturing neuroplastic changes after bimanual intensive rehabilitation in

children with unilateral spastic cerebral palsy: A combined DTI, TMS and fMRI pilot study. *Res. Dev. Disabil.* 2015, 43–44, 136–149. [CrossRef] [PubMed]

61. Reid, L.B.; Rose, S.E.; Boyd, R.N. Rehabilitation and neuroplasticity in children with unilateral cerebral palsy. *Nat. Rev. Neurol.* 2015, 11, 390–400. [CrossRef]

5.2. Estudo II

Eficácia e Dose Mínima do Treino Intensivo Visando a Mobilidade em Crianças com Paralisia Cerebral: Uma Revisão Sistemática e Meta-análise

Isabella Pessóta Sudati, Leanne Sakzewski, Carolina Fioroni Ribeiro da Silva, Michelle Jackman, Mateus Haddon, Dayna Pool, Maharshi Patel, Roslyn N. Boyd, Ana Carolina de Campos

Baseado no manuscrito publicado na *Developmental Medicine and Child Neurology*

Fator de Impacto: 3,8

Qualis: A1

DOI: 10.1111/dmcn.16040

Versão em português com tabelas e figuras

Resumo:

O objetivo deste estudo foi revisar sistematicamente as evidências sobre o treino intensivo de mobilidade na paralisia cerebral (PC) e determinar a dose mínima eficaz para melhorar a mobilidade. Ensaios clínicos randomizados (ECRs) ou quasi-ECRs que incluíam participantes com PC, que utilizaram intervenções de treinamento orientado para tarefas intensivas (TOT) para mobilidade e relataram desfechos de mobilidade, foram incluídos. Cinco bases de dados foram pesquisadas; dois revisores independentes selecionaram os estudos e extraíram os dados. O sistema *Grading of Recommendations Assessment, Development, and Evaluation* e a ferramenta *Cochrane Risk of Bias 2* foram utilizados para classificar a certeza das evidências no nível dos desfechos e para determinar o risco de viés, respectivamente. Meta-análises foram realizadas com estudos clinicamente homogêneos. A dose limiar foi analisada por meio de meta-regressão. Quarenta e seis ECRs com 1449 participantes (faixa etária média de 1 ano e 2 meses a 16 anos e 4 meses) foram incluídos. O TOT teve efeitos estatisticamente e clinicamente significativos na velocidade da marcha ($p=0,001$), cadência ($p=0,02$), função motora grossa ($p=0,03$) e mobilidade funcional ($p=0,009$) em comparação com intervenções de controle. A dose limiar não pôde ser determinada devido à alta heterogeneidade dos estudos. O TOT pode melhorar a velocidade da marcha, a resistência à marcha e o equilíbrio. São necessários estudos com amostras homogêneas e desfechos claros para apoiar as recomendações clínicas para intervenções intensivas de mobilidade.

Introdução:

A Paralisia cerebral (PC) compreende um grupo de distúrbios de postura e movimento atribuídos a uma perturbação permanente e não progressiva do cérebro em desenvolvimento, causando limitações de atividade e mobilidade.¹ A mobilidade é definida como o deslocamento

do indivíduo por uma variedade de ambientes, como casa, escola e/ou comunidade, durante o desempenho das atividades de vida diárias.² Considerando as categorias da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde, a mobilidade inclui atividades como manter e/ou mudar a posição do corpo, caminhar e se movimentar, e carregar e mover objetos.³

A mobilidade é usualmente relatada por crianças com PC e suas famílias como meta de tratamento no processo de reabilitação.⁴ Embora uma variedade de tratamentos tenha sido proposta para abordar esses objetivos,⁵ atualmente há níveis conflitantes de evidências para as intervenções disponíveis e poucos estudos que resumem sua eficácia com um alto nível de evidências para dar suporte aos profissionais de reabilitação.⁶

Nos últimos anos, intervenções usando atividades orientadas a tarefas e direcionadas as metas de tratamento são sugeridas para gerar maiores benefícios do que intervenções convencionais.^{7,8} O treino orientado a tarefa (TOT) segue princípios da aprendizagem motora e inclui treinamento de atividades com base nas metas definidas pela criança e/ou família, e é aplicado com parâmetros específicos de intensidade, repetição, dose e *feedback*, de preferência focado no contexto.⁹ O TOT demonstrou ser eficaz na melhora da função motora grossa,¹⁰ equilíbrio¹¹ e mobilidade no geral¹² em crianças com PC, sendo também promissor quanto ao desenvolvimento motor de bebês de até 2 anos de idade diagnosticados com, ou em risco de PC.¹³ Diretrizes de prática clínica anteriores também apoiaram o TOT com foco em treino de caminhada no solo ou na esteira, para melhorar a velocidade da marcha e a distância percorrida para crianças e jovens com PC classificados nos níveis I a III do Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS).⁶ Da mesma forma, a prática de caminhada no solo foi recomendada para melhorar a distância de caminhada assistida para aqueles com PC classificados no nível IV do GMFCS.⁶ Apesar das evidências disponíveis, ainda há uma lacuna na literatura sobre a eficácia do TOT, incluindo diferentes abordagens para o treino de mobilidade, e indicação da dose recomendada para melhorar os resultados de mobilidade de crianças com PC.

A dose de intervenção inclui a frequência, intensidade, duração e tipo de intervenção.^{14,15} O treino intensivo, envolvendo pelo menos duas sessões por semana,¹⁸ é recomendado quando comparado a intervenções aplicadas em períodos regulares (uma vez na semana). Além disso, a quantidade total de horas de intervenção foi relatada como um importante preditor de ganhos funcionais.^{14,16,17} Uma revisão sistemática recente mostrou que uma média de 30 a 40 horas de prática é considerada uma dose suficiente para melhorar a função geral do membro superior, e uma média de 14 a 25 horas de prática era suficiente para atingir objetivos individuais relacionados a função de membro superior de crianças com PC.¹⁹ Ou seja, treinos

específicos e individualizados requerem um menor número total de horas em comparação com treinos gerais aplicados de forma abrangente e genérica. A dose mínima efetiva de intervenções de mobilidade para atingir mudanças clinicamente significativas nos resultados de mobilidade ainda não está clara. No entanto, estabelecer a dose mínima de tratamento para ganhos de mobilidade em crianças com PC é importante para apoiar o processo de tomada de decisão e otimizar a prestação de serviços de saúde.^{14,18}

Este estudo teve como objetivo revisar sistematicamente as evidências disponíveis acerca de abordagens de TOT intensivas para melhorar a mobilidade de crianças e adolescentes com PC e determinar a dose mínima eficaz de tratamento para obter ganhos funcionais.

Métodos:

Design e aprovação ética

Esta revisão sistemática e meta-análise seguiu as diretrizes do *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*.²⁰ As recomendações do *A Measurement Tool to Assess Systematic Reviews 2* (AMSTAR-2)²¹ foram seguidas e os dados foram relatados usando a declaração *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA).²² A revisão foi registrada no registro prospectivo internacional de revisões sistemáticas (PROSPERO), número CRD42022371274.

Estratégia de busca

Uma busca abrangente e sistemática foi concluída pela pesquisadora IPS nas seguintes bases de dados: PubMed/MEDLINE (por meio da National Library of Medicine); Embase (Elsevier); Central/Cochrane Library; SciELO Citation Index (Web of Science); CINAHL (EBSCO). Essas bases de dados foram consultadas desde o início até outubro de 2023. Atualizações de busca foram feitas todo mês, bem como buscas manuais nas referências dos estudos.

A estratégia de busca compreendeu a seguinte questão populacional, de intervenção e de comparação de resultados (PICO): Para lactentes, crianças e jovens com PC e idade até 18 anos (P), qual é a eficácia e a dose mínima efetiva do treino intensivo de mobilidade orientado a tarefa (I) em comparação com outros tipos de intervenção ou TOT de baixa dose (C) para melhorar a mobilidade (O)?

Para esta revisão, 'treino de mobilidade' incluiu todas as atividades ativas (por exemplo, caminhar, correr, subir e descer degraus e atividades de transferência de postura) e atividades de mobilidade autoiniciadas (por exemplo, passos autoiniciados, mesmo se seguidos de

assistência), exceto mobilidade assistida (por exemplo, mobilidade motorizada). 'Treinamento funcional' abrangeu todas as intervenções focadas na promoção de habilidades funcionais, incluindo atividades e exercícios diários.^{6,23-25} Os termos de pesquisa estão disponíveis no Apêndice S1.

Crítérios de seleção

Os critérios de inclusão para a revisão sistemática foram os seguintes: (1) ensaio clínico randomizado (ECR) ou quase-ECR; (2) pelo menos 50% dos participantes tinham PC; (3) a idade média da coorte era de até 18 anos; (4) os estudos relataram resultados de mobilidade (as ferramentas incluídas estão listadas no Apêndice S2); (5) as intervenções incluíram mobilidade ativa (por exemplo, treino de caminhada no solo; treino em esteira com ou sem suspensão parcial de peso; treino de ciclismo; fortalecimento funcional; treinamento de dupla tarefa; treinamento pliométrico); (6) frequência de intervenção de pelo menos duas sessões por semana;^{18,26} e (7) pelo menos 50% da intervenção experimental foi TOT. Não houve restrições de idioma ou período de publicação.

Estudos foram excluídos se fossem (1) estudos de revisão de qualquer tipo, protocolo ou estudos de viabilidade; (2) publicações não revisadas por pares (por exemplo, resumo ou artigo de conferência, tese, dissertação, comentário, carta ao editor); (3) projetados como estudos não randomizados ou cruzados; (4) não focados em resultados de mobilidade; (5) estudos que incluíssem apenas uma abordagem de neurodesenvolvimento e/ou aqueles em que as atividades de mobilidade ativa fossem uma parte menor da sessão; (6) focados em abordagens farmacológicas (por exemplo, toxina botulínica, lidocaína), invasivas (por exemplo, agulhamento, acupuntura) ou pós-cirúrgicas (por exemplo, tenotomia, rizotomia); (7) estudos em que a mobilidade não fosse o principal aspecto de interesse ao comparar grupos (por exemplo, treino em esteira vs. treino em esteira associado a estimulação elétrica funcional; estimulação elétrica nervosa transcutânea ou estimulação transcraniana por corrente contínua; caminhada no solo vs. caminhada no solo com uso de órtese; treinamento de marcha baseado em pedômetro); ou (8) intervenção não baseada na mobilidade autoiniciada (por exemplo, terapia com vestes terapêuticas; terapia aquática; alongamento passivo; intervenções de realidade virtual onde o participante permaneceu sentado; hipoterapia; terapia de vibração).

Dois revisores (IPS, ACC) selecionaram estudos independentemente com base no título e no resumo. Os resumos que atendiam aos critérios de inclusão ou aqueles que exigiam mais informações para determinar a inclusão foram mantidos para revisão de texto completo. Os

artigos foram incluídos quando 100% de concordância entre os revisores foi alcançada. O software Covidence foi usado em todos os estágios.

Avaliação de qualidade, extração de dados e recomendações baseadas em evidências

A qualidade metodológica dos estudos incluídos foi avaliada usando a ferramenta *Cochrane Risk of Bias 2* (RoB 2), ²⁷ por dois revisores independentes (IPS, CFRS). As discordâncias foram resolvidas por consenso e, quando necessário, foi solicitada a opinião de um terceiro revisor (ACC).

O desenho do estudo, as características da amostra e os parâmetros de intervenção foram tabulados. Se necessário, os autores do estudo foram contatados para obter informações adicionais. Em caso de nenhuma resposta, o artigo foi excluído.

No nível dos resultados, a certeza da evidência de sete resultados principais foi feita usando a *Grading of Recommendations, Assessment, Development, and Evaluations* (GRADE) ²⁸ por dois revisores independentes (IPS, MH) e as divergências foram resolvidas por consenso.

Antes de iniciar a avaliação da qualidade, ambos os revisores chegaram a um consenso sobre uma série de aspectos, incluindo:

- Somente as informações contidas no estudo foram analisadas, sem pesquisas adicionais sendo conduzidas, exceto para o protocolo do estudo e registro do ensaio quando disponível na metodologia do estudo;
- Dadas as particularidades, um baixo risco de viés foi considerado no algoritmo do item para estudos que tiveram (1) taxa de abandono de no máximo 10%, desde que as razões para o abandono sejam fornecidas; e (2) participantes, pais e terapeutas não cegos que aplicaram a intervenção, desde que os avaliadores fossem cegos.

Antes de realizar a extração de dados de todos os estudos, os revisores extraíram dados de subgrupos dos estudos (10%) e a concordância foi calculada. Uma vez que 80% de concordância foi alcançada, a extração de dados continuou a ser realizada por um dos revisores [IPS]. Parâmetros de intervenção como conteúdo teórico, intensidade, frequência e dose total e dados sobre as medidas de resultados de mobilidade foram tabulados.

Análise de dados

Meta-análises foram conduzidas para os estudos clinicamente homogêneos. As análises foram baseadas nas pontuações de resultados de média e desvio padrão pós-intervenção, que puderam ser extraídas ou calculadas dos estudos. Apenas os resultados imediatamente após a

intervenção foram incluídos. Além disso, os estudos foram divididos em subgrupos de acordo com as medidas de resultados relatadas (por exemplo, dimensões D e E da Medida da Função Motora Grossa [GMFM]) e subgrupos de PC (níveis de GMFCS, tipos de motores e distribuições motoras).

O software *Review Manager* (RevMan 5.4), desenvolvido pela Cochrane Collaboration em Londres, Reino Unido, foi usado para análise quantitativa de dados para determinar os tamanhos de efeito de cada estudo. Os tamanhos de efeito para resultados contínuos foram considerados pequenos (0,2), moderados (0,5), grandes (0,8) e muito grandes (1,3).²⁹ Diferenças médias e diferenças médias padronizadas com intervalos de confiança (IC) de 95% foram calculadas para comparações de grupos de tratamento e controle. Os efeitos do tratamento agrupados foram calculados entre os ensaios usando um modelo de efeitos fixos quando os ensaios usaram intervenções e resultados semelhantes em populações semelhantes. A heterogeneidade estatística foi avaliada pela estatística I^2 e considerada como não importante (0–40%), moderada (30–60%), substancial (50–90%) ou considerável (75–100%).²⁰ Quando a heterogeneidade substancial ou considerável ($I^2 > 50\%$) entre os estudos foi evidente, um modelo de efeitos aleatórios foi usado. Gráficos de floresta foram usados para ilustrar graficamente os resultados da meta-análise. A eficácia de cada intervenção foi avaliada por tamanhos de efeito entre grupos e significância estatística. Análises de sensibilidade exploraram a robustez dos resultados excluindo estudos de alto risco de viés da meta-análise.

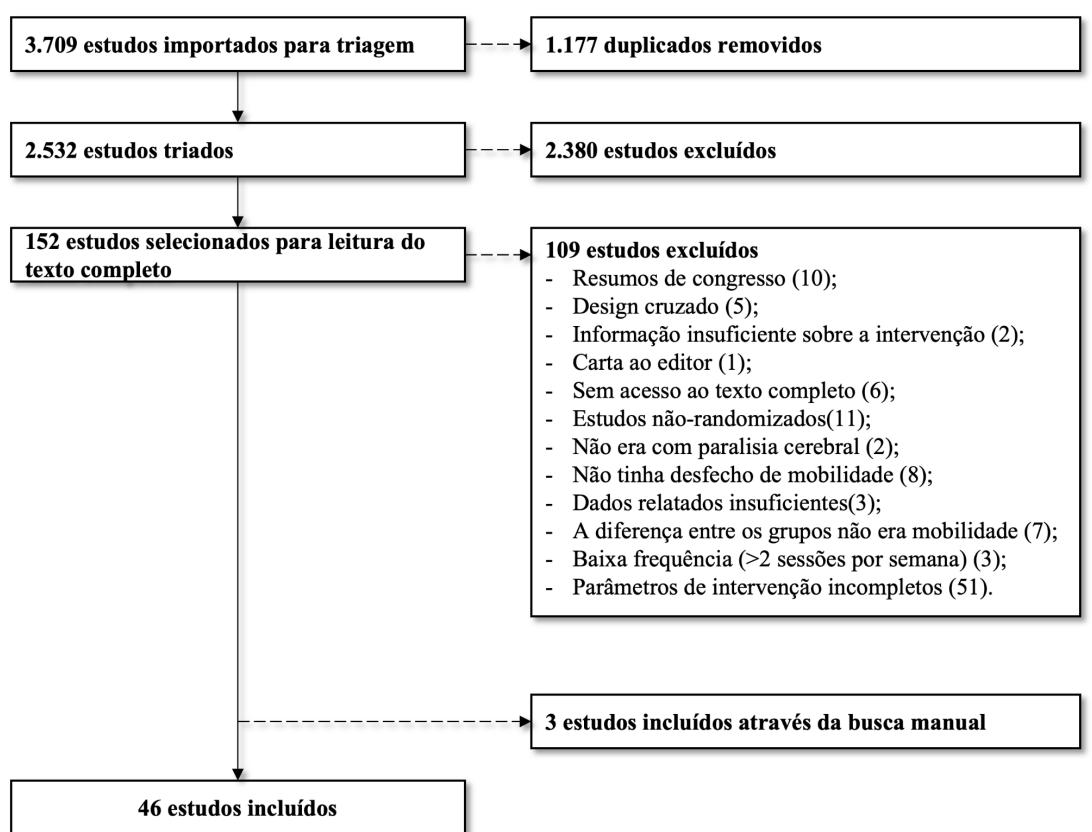
Uma meta-regressão foi conduzida para investigar a dose mínima usando *Stata SE* versão 18.0 (StataCorp, College Station, TX, EUA). GMFM, Teste de Caminhada de 6 minutos, Teste Timed Up and Go, Escala de Equilíbrio Pediátrica e velocidade de caminhada foram os resultados incluídos para esta análise. Um método misto linear de efeitos aleatórios foi usado, com dose de tratamento como moderador e usando diferença média ou diferença média padrão (d de Cohen) de acordo com os dados disponíveis para cada resultado. Um valor de p menor que 0,05 foi considerado significativo.

Resultados:

Resumo dos estudos

Um total de 3.079 estudos foram identificados pela busca abrangente, 2.532 sendo selecionados por títulos e resumos. Destes, 46 ECRs, variando de anos de publicação de 2007 a 2023, atenderam aos critérios de inclusão (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma do estudo.



Um resumo das características dos estudos incluídos é apresentado na Tabela 1. Os 46 estudos incluíram um total de 1.449 participantes. As idades médias variaram de 1 ano e 2 meses a 16 anos e 4 meses e os níveis de GMFCS de I a V, com maior predominância dos níveis I a III ($n = 40$ estudos).

Tabela 1. Desenho do estudo e características da amostra

Referências	Desenho do estudo	Intervenção experimental		Intervenção de controle	
		Tamanho da amostra (n)	Idade média (DP) /GMFCS/ tipo de PC	Tamanho da amostra (n)	Idade média (DP) /GMFCS/ tipo de PC
Ameer et al. ³⁹	ECR	10	6,2 (1,07) / I;II / PCB	10	6,2 (1,35) / I; II / PCB
Aras et al. ⁴⁰	ECR	10	NM / II; III / Misto	10	NM/ II; III / Misto
Arnoni et al. ⁴⁸	ECR	11	8,56 (2,4) / I / PCU	11	8,24 (2,1) / I / PCU
Badaru et al. ⁷³	ECR	23	8,7 (3) / I–III / Misto	23	7,9 (3,1) / I; III / Misto
Bar- haim et al. ⁷⁴	ECR	38	8,93 (1,7) / II; III / PCB	38	8,79 (1,7) / II; III / PCB
Baxter et al. ⁴¹	Quase-ECR	9	1,72 (0,51) / I; II / PCB	10	1,70 (0,44) / I; II / PCB
Bjornson et al. ³⁶	ECR	6	7,7 (2,3) / II; III / PCB	6	9,4 (2) / II; III / PCB
Bleyenheuft et al. ⁷⁵	Quase-ECR	10	10,5 (2,8) / II-IV / PCB	10	11,4 (3,9) / II-IV / PCB
Bryant et al. ⁴²	ECR-SC	12	13,5 (2,6) / IV; V / PCB	12	C1: 13,8 (2,3) C2: 14,3 (1,9) ^a / IV; V / PCB
Chaovalit et al. ³⁰	ECR-SC	19	7,1 (2,1) ^b / III; IV / Misto	19	8,7 (2,6) ^b / III; IV / Misto
Chen et al. ⁵⁶	ECR	13	8,7 (2,1)) / I–II / Misto	15	8,5 (2,2) / I; II / Misto
Chen et al. ⁵⁸	ECR	13	8,7 (2,1) / I–II / Misto	14	8,6 (2,2) / I; II / Misto

Cho e Lee ⁷²	ECR	13	5,54 (1,81) / I-III / PCB	12	7,17 (2,17) / I-III / PCB
Crisagis et al. ⁴⁴	ECR-SC	11	15,9 (1,97) / I-III / PCB	11	16,09 (1,51) / I-III / PCB
Crompton et al. ³¹	ECR-SC	8	11,2 (1,9) / I-II / PCB	7	9,9 (2,5) / I-III / PCB
Damiano et al. ⁵⁷	ECR	12	9,2 (2,9) / I-III / PCB	13	11,4 (4) / I-III / PCB
Fowler et al. ³⁷	ECR-SC	29	11,1 (3,3) ^b / I-III / PCB	29	11,6 (2,7) ^b / I-III / PCB
Franki et al. ⁶⁰	ECR-SC	23	5,7 (1,4) ^b / I-III / PCB	23	6,4 (1,3) ^b / I-III / PCB
Gibson et al. ³²	ECR-SC	21	12,4 (2,7) / I-III / Misto	21	12,5 (2,8) / I; II / Misto
Goswami et al. ⁷⁶	ECR	30	6,1 (2,7) ^b / II-III / PCB	29	5,9 (1,8) ^b / II; III / PCB
Grecco et al. ³⁸	ECR-SC	7	6,8 (2,6) / I-III / NM	7	6 (1,5) / I; III / NM
Grecco et al. ⁴³	ECR-SC	17	6,8 (2,6) / I-III / NM	17	6 (1,5) / I; III / NM
Gurusamy et al. ⁷⁷	ECR-DC	20	8,2 (2,3) / I-III / PCB	20	8,75 (2,78) / I; III / PCB
Hilderley et al. ⁷⁸	ECR-SC	10	11,75 (2,58) / I-II / Misto	8	12,17 (2,75) / I; II / Misto
Hurd et al. ⁵⁹	ECR-SC	12	1,18 (0,42) ^b / I-II / PCU	13	C1: 1,93 (0,81) ^b C2: 1,76 (0,57) ^{a,b} / I; II / PCU
Johnston et al. ³³	ECR	14	9,6 (2,1) ^b / II-IV / PCB	12	9,5 (2,3) ^b / III; IV / PCB

Jung et al. ⁴⁹	ECR-SC	5	12,8 (1,6) / I-II / PCB	5	12 (2,53) / I; II / PCB
Kimoto et al. ⁶¹	ECR-SC	10	10,8 (4,3) ^b / I-II / PCB	11	10,9 (4,1) / I; II / PCB
Ko et al. ⁶²	ECR-SC	9	4,9 (1,1) / I-III / Misto	9	5,1 (1,5) / I-III / Misto
Kusumoto et al. ⁶³	ECR-SC	8	16,3 (2,1) / I-III / PCB	8	15 (2) / I-III / PCB
Lee et al. ⁶⁵	ECR	13	6,3 (2,1) / II-III / Misto	13	6,3 (2,9) / II; III / Misto
Lee et al. ⁶⁴	ECR-SC	9	6,1 (2,7) / I-III / Misto	8	6,9 (2,5) / I-III / Misto
Liao et al. ³⁴	ECR-SC	10	7,13 (1,7) / I-II / PCB	10	7,6 (1,46) / I; II / PCB
Mitchell et al. ³⁵	ECR	51	11,3 (2,3) / I-II / PCU	50	11,3 (2,5) / I; II / PCU
Ogwumike et al. ⁶⁶	ECR	23	8,7 (3) / I-III / Misto	23	7,9 (3,1) / I-III / Misto
Peungsuwan et al. ⁶⁷	ECR	8	13,5 (3,3) / I-III / Misto	7	13 (4,16) / I-III / Misto
Ren et al. ⁵⁰	ECR	19	4,5 (1,16) ^b / I-II / PCB	16	4,75 (0,8) / I; II / PCB
Sajan et al. ⁵¹	ECR-SC	10	10,6 (3,78) / II-IV / PCB	10	12,4 (4,93) / I-IV / PCB
Salem et al. ⁶⁸	ECR-SC	5	6,3 (1,72) / I-III / PCB	5	6,76 (2,05) / I-III / PCB
Saussez et al. ⁵³	ECR	20	9,0 (3,1) / I-II / PCU	20	9,1 (2,9) / I; II / PCU
Scholtes et al. ⁶⁹	ECR-SC	24	10,3 (1,9) / I-III / Misto	24	10,2 (2,2) / I-III / Misto
Schranz et al. ⁷⁰	ECR	15	13,4 (2,4) / I; II / Misto	12	12,2 (2,7) / I; II / Misto

Surana et al. ⁷¹	ECR	12	5,8 (2,3) / I; II / PCU	12	5,1 (2,6) / I; II / PCU
Swe et al. ⁴⁵	ECR-SC	15	13,03 (3,56) / II; III / Misto	15	13,37 (3,32) / II; III / Misto
Uysal e Baltaci 52	ECR-SC	12	9,13 (2,57) / I; II / PCU	12	10,11 (2,62) / I; II / PCU
Willoughby et al. ⁴⁶	ECR-SC	12	10,35 (3,14) / III; IV / NM	14	11,24 (4,17) / III; IV / NM

^a segunda intervenção de controle.

^b Calculado pelos autores.

Legenda: PCB, paralisia cerebral bilateral; C1, intervenção de controle 1; C2, intervenção de controle 2; ECR-DC, ensaio clínico randomizado duplo-cego; F, feminino; GMFCS, Sistema de Classificação da Função Motora Grossa; M, masculino; NM, não mencionado; quasi-ECR, ensaio clínico controlado quase randomizado; ECR, ensaio clínico randomizado; ECR-SC, ensaio clínico randomizado simples-cego; DP, desvio padrão; PCU, paralisia cerebral unilateral.

O risco de viés foi alto para 29 estudos (Figura 2). Os motivos mais comuns para alto risco foram vieses devido a desvios da intervenção pretendida e medição de resultados (Figura 3).

Figura 2. Classificação do risco de viés dos estudos incluídos

	Domínios – Risco de Viés					
	D1	D2	D3	D4	D5	Overall
Ameer et al., 2019	-	+	+	X	-	X
Aras et al., 2019	-	-	+	X	-	X
Arnoni et al., 2021	-	-	+	X	-	X
Badaru et al., 2021	-	X	X	X	-	X
Bar-haim et al., 2010	-	X	+	+	-	X
Baxter et al., 2019	-	X	+	-	-	X
Bjornson et al., 2019	-	-	+	X	-	X
Bleyenheuft et al., 2017	X	+	+	-	-	X
Bryant et al., 2013	+	X	X	+	-	X
Chaovalit et al., 2021	+	-	+	+	-	-
Chen et al., 2013	-	-	+	X	-	X
Chen et al., 2012	-	-	+	X	-	X
Cho et al., 2020	-	-	+	X	-	X
Chrysagis et al., 2012	-	-	+	+	-	-
Crompton et al., 2007	-	-	+	+	-	-
Damiano et al., 2017	+	X	+	-	-	X
Fowler et al., 2010	-	-	+	+	+	-
Franki et al., 2015	-	X	X	X	-	X
Gibson et al., 2018	+	-	+	+	X	X
Goswami et al., 2021	-	-	+	X	-	X
Grecco et al., 2013a	+	-	+	+	-	-
Grecco et al., 2013b	+	+	+	+	-	-
Gurusamy et al., 2022	+	+	+	X	-	X
Hilderley et al., 2020	+	+	+	+	-	-
Hurd et al., 2022	-	X	X	X	X	X
Johnston et al., 2011	-	X	+	+	-	X
Jung et al., 2021	-	-	+	+	-	-
Kimoto et al., 2019	-	-	+	+	-	-
Ko et al., 2020	-	-	+	+	-	-
Kusumoto et al., 2016	X	-	+	+	-	X
Lee et al., 2008	-	-	+	X	-	X
Lee et al., 2015	-	-	+	X	-	X
Liao et al., 2007	-	X	+	+	-	X
Mitchell et al., 2016	-	+	+	+	-	-
Ogwumike et al., 2019	-	X	X	X	-	X
Peungsuwan et al., 2017	-	-	+	+	-	-
Ren et al., 2016	-	X	X	X	-	X
Sajan et al., 2016	-	-	+	+	-	-
Salem et al., 2009	+	+	+	+	-	-
Saussez et al., 2023	-	+	+	+	-	-
Scholtes et al., 2010	X	-	+	+	+	X
Schranz et al., 2018	-	X	X	X	-	X
Surana et al., 2019	-	+	+	X	X	X
Swe et al., 2015	+	-	+	+	+	-
Uysal et al., 2016	-	X	-	+	-	X
Willoughby et al., 2010	-	+	+	+	-	-

Estudos

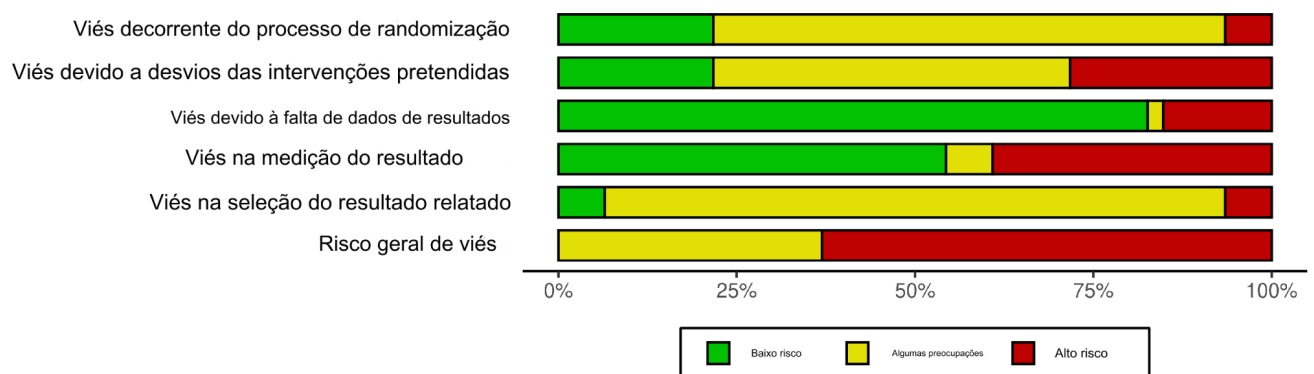
Domínios:

D1: Viés decorrente do processo de randomização.
D2: Viés devido a desvios da intervenção pretendida.
D3: Viés devido à falta de dados de resultados.
D4: Viés na medição do resultado.
D5: Viés na seleção do resultado relatado.

Julgamento

X Alto
- Algumas preocupações
+ Baixo

Figura 3. Distribuição da classificação do risco de viés



Todos os estudos incluídos tiveram um alto nível de aceitabilidade da intervenção entre os participantes. As taxas gerais de abandono variaram de 0% a 40%, com a maioria ocorrendo antes do início da intervenção, e não por causa de efeitos adversos. Apenas 17% dos estudos relataram efeitos adversos à saúde, sendo dor e fadiga os mais frequentemente mencionados.³⁰⁻³⁷ Os resultados de viabilidade são relatados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados de viabilidade

Estudo	Taxa de abandono do estudo (%)	Compensação financeira	Eventos adversos	Se sim, qual(is)?
Ameer et al., 2019	0	Nenhum	Nenhum	
Aras et al .. 2019	3	Nenhum	Nenhum	
Arnoni et al., 2021	0	Nenhum	NM	
Badaru et al., 2021	15	Nenhum	Nenhum	
Bar-haim et al .. 2010	17	NM	Nenhum	
Baxter et al. 2019	5	Nenhum	NM	
Bjornson et al., 2018	0	Nenhum	Sim	Dor
Bleyenheuft et al .. 2017	10	Nenhum	Nenhum	
Bryant et al., 2012	11	Nenhum	NM	
Chaovalit et al., 2021	0	Nenhum	Sim	Fadiga
Chen et al., 2012	7	Nenhum	NM	
Chen et al., 2013	10	Nenhum	NM	
Cho & Lee 2020	11	Nenhum	Nenhum	
Crisagis et al. 2012	0	Nenhum	NM	
Crompton et al. 2007	13	NM	Sim	Dor musculoesquelética
Damiano et al .. 2017	0	Nenhum	NM	

Fowler et al., 2010	9	NM	Sim	Quedas; dor leve; câibras musculares; fadiga; erupção cutânea
Franki et al., 2015	NM	Nenhum	Nenhum	
Gibson et al., 2018	3	Nenhum	Sim	Tornozelo torcido
Goswami et al., 2021	2	Nenhum	NM	
Grecco et al., 2013_1	7	NM	Nenhum	
Grecco et al., 2013_2	6	Nenhum	Nenhum	
Gurusamy et al., 2022	12,5	Nenhum	Nenhum	
Hilderley et al., 2020	10	Nenhum	NM	
Hurd et al., 2022	30	Nenhum	Nenhum	
Johnston et al., 2011	23	Nenhum	Sim	Desconforto na perna/joelho; bolhas
Jung et al., 2020	0	Nenhum	Nenhum	
Kimoto et al., 2019	0	Nenhum	Nenhum	
Ko et al .. 2019	0	Nenhum	Nenhum	
Kusumoto et al., 2016	0	NM	Nenhum	
Lee et al., 2008	0	NM	NM	

Lee et al., 2015	0	NM	Nenhum	
Liao et al .. 2007	13	Nenhum	Sim	Pressão no ombro
Mitchell et al., 2016	14	Nenhum	Sim	Dor; frustração
Ogwumike et al., 2019	18	Nenhum	Nenhum	
Peungsuwan et al., 2017	7	Nenhum	Nenhum	
Ren et al .. 2016	13	NM	Nenhum	
Sajan et al., 2016	10	Nenhum	NM	
Salem et al., 2009	0	NM	Nenhum	
Saussez et al., 2023	12,5	Nenhum	Nenhum	
Scholtes et al., 2010	4	NM	NM	
Schranz et al., 2018	19	Nenhum	NM	
Surana et al .. 2019	40	Nenhum	Nenhum	
Swe et al .. 2015	0	Nenhum	NM	
Uysal e Baltaci, 2016	15	Nenhum	Nenhum	
Willoughby et al., 2010	37	Nenhum	NM	

Legenda: % , frequência relativa; NM, não mencionado.

Resumo das conclusões sobre a eficácia

Um total de 23 estudos foram elegíveis para meta-análises. As intervenções foram agrupadas em quatro categorias: treinamento em esteira; treinamento em realidade virtual; treinamento em ciclismo; e treinamento funcional. Uma descrição geral do conteúdo e dos parâmetros das intervenções experimentais é apresentada na Tabela 3. Os resultados detalhados da mobilidade são relatados no Apêndice S3.

Tabela 3. Intervenções experimentais e seus parâmetros

Intervenção experimental		
Referência	Conteúdo	Parâmetros de intervenção
Ameer et al., ³⁹	TE + TC	8s; 3x/s; 20min/sessão; 8 horas totais + 18 horas de TC
Aras et al., ⁴⁰	PBWSTT	4s; 5x/s; 45min/sessão; 15 horas no total
Arnoni et al., ⁴⁸	RV + TC	8s; 2x/s; 45min/sessão; 12 horas totais + 13,3 horas de TC
Badaru et al., ⁷³	TF	12s; 2x/s; 40min/sessão; 16 horas no total
Bar- haim et al. ⁷⁴	TF	12s; 3x/s; 60min/sessão; 36 ^b horas totais
Baxter et al., ⁴¹	PD; TE de alta intensidade	6s; 5x/s; 20min/sessão; 10b ^{horas} totais
Bjornson et al., ³⁶	TE	4s; 5x/s; 30 min/sessão; 10 ^b horas totais
Bleyenheuft et al., ⁷⁵	TF; HABIT-ILE	2s; 7x/s; 390min/sessão; 84,5 horas totais
Bryant et al., ⁴²	TE	6s; 3x/s; 30 min/sessão; 9 ^b horas totais
Chaovalit et al., ³⁰	TF + TC	6s; 5x/s; 30 min/sessão; 15 horas totais + 15 horas de TC
Chen et al., ⁵⁶	PD; Ciclismo	12s; 3x/s; 40 min/sessão; 24 ^b horas totais
Chen et al., ⁵⁸	PD; Ciclismo	12s; 3x/s; 40 min/sessão; 24 ^b horas totais
Cho e Lee ⁷²	TF	6s; 3x/s; 30 min/sessão; 9 ^b horas totais
Crisagis et al., ⁴⁴	TE	12s; 3x/s; 45 min/sessão; 27 ^b horas totais
Crompton et al., ³¹	TF; MMII	6s; 2x/s; 60 min/sessão; 12 ^b horas totais
Damiano et al., ⁵⁷	PD; Ciclismo	12s; 5x/s; 20 min/sessão; 20 ^b horas totais
Fowler et al., ³⁷	Ciclismo	12s; 3x/s; 60 min/sessão; 30 ^b horas totais
Franki et al., ⁶⁰	TF; Treinamento individual	10s; 3,7 x/s; 43,3 min/sessão; 26,7 ^b horas totais

Gibson et al., ³²	PD; Corrida	12s; 2x/s; 60 min/sessão; 24 ^b horas totais + 24 ^b horas de TC
Goswami et al., ⁷⁶	PD; TF; Supervisionado pelos pais	NM; 15x/sem; NM; NM
Grecco et al., ³⁸	TE	7s; 2x/s; 30 min/sessão; 7 ^b horas totais
Grecco et al., ⁴³	TE	7s; 2x/s; 30 min/sessão; 7 ^b horas totais
Gurusamy et al., ⁷⁷	TF	6s; 3x/s; 45–60 min/sessão; 18 ^b horas no total
Hilderley et al., ⁷⁸	TF; Velocidade, agilidade e coordenação MMII	6 semanas; 2–3 semanas; 45 min/sessão; 12 ^b horas totais
Hurd et al., ⁵⁹	TF (imediato)	12s; 4x/s; 60 min/sessão; 48 ^b horas totais
Johnston et al., ³³	PBWSTT	2s; 10x/s; 30 min/sessão; 10 ^b horas totais
Jung et al., ⁴⁹	RV + TC	6s; 3x/s; 40 min/sessão; 12 ^b horas totais + 12 ^b horas de TC
Kimoto et al., ⁶¹	PD; TF; Treinamento sentado para em pé com carga	8s; 3x/s; NM; NM
Ko et al., ⁶²	TF	8s; 2x/s; 60 min/sessão; 16 ^b horas totais
Kusumoto et al., ⁶³	PD; TF; Treino sentado para em pé com carga	6s; 3–4x/s; 15 min/sessão; 6 ^b horas totais
Lee et al., ⁶⁵	TF	5s; 3x/s; 60 min/sessão; 15 ^b horas totais
Lee et al., ⁶⁴	TF + TC	6s; 3x/s; 30 min/sessão; 9 ^b horas totais; + 9 ^b horas de TC
Liao et al., ³⁴	PD; TF + TC; Treino de sentado para em pé	6s; 3x/s; 20–30 min/sessão; 9 ^b horas totais + TC
Mitchell et al., ³⁵	PD; TF	20s; 6x/s; 30 min/sessão; 32,4 horas totais
Ogwumike et al., ⁶⁶	TF + TC	12s; 2x/s; 40 min/sessão; 16 ^b horas totais

Peungsuwan et al., ⁶⁷	TF + TC	8s; 3x/s; 70 min/sessão; 28 ^b horas totais
Ren et al., ⁵⁰	RV + TC	12s; 5x/s; 40 min/sessão; 40 ^b horas totais; + 40 ^b horas de TC
Sajan et al., ⁵¹	RV + TC	3s; 6x/s; 45 min/sessão; 13,5 ^b horas totais; + 36 horas de TC
Salem et al., ⁶⁸	TF	5s; 2x/s; NM; NM
Saussez et al., ⁵³	RV durante HABIT-ILE	1s; 5x/s; NM; 37 horas totais + 53 horas ^b de HABIT-ILE sozinho
Scholtes et al., ⁶⁹	TF	12s; 3x/s; 45–60 min/sessão; 36 ^b horas totais
Schranz et al., ⁷⁰	TF; Treino em circuito de alta intensidade	8s; 3x/s; 28 min/sessão; 11,2 ^b horas totais
Surana et al., ⁷¹	PD; TF; MMII	9s; 5x/s; 120 min/sessão; 90 horas no total
Swe et al., ⁴⁵	PBWSTT	8s; 2x/s; 30 min/sessão; 8 ^b horas totais
Uysal e Baltaci ⁵²	RV + TC	12s; 2x/s; 30 min/sessão; 12 ^b horas totais + 18 ^b horas de TC
Willoughby et al., ⁴⁶	PBWSTT	9s; 2x/s; 30 min/sessão; 9 ^b horas totais

^a Coletado de estudos com mais de duas intervenções de controle.

^b Calculado pelos autores.

Legenda: TC, terapia convencional; TF, treinamento funcional; HABIT, terapia intensiva bimanual mão-braço; HABIT-ILE, terapia intensiva bimanual mão-braço incluindo extremidade inferior; PD, programa domiciliar; MMII, treinamento de membros inferiores; NM, não mencionado; PBWSTT, treino em esteira com suporte parcial de peso corporal; TE, treinamento em esteira; UL, treinamento de membros superiores; RV, realidade virtual; s, semanas; x, vezes.

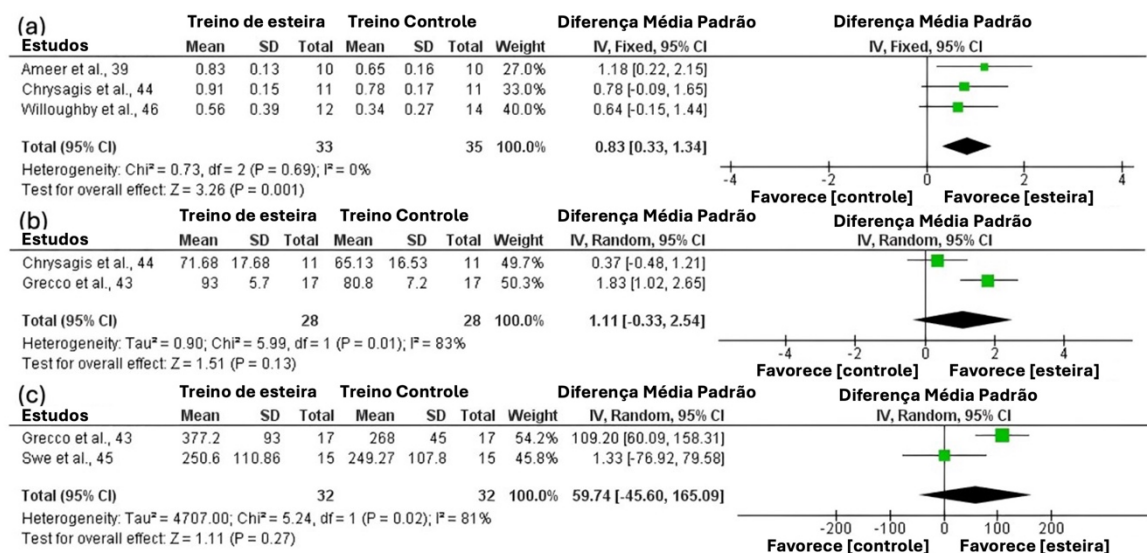
Treinamento em esteira

Um total de 11 estudos investigaram a eficácia do treino em esteira.^{33,37,38-46} O treino em esteira com suporte parcial de peso foi comparado ao treino em solo, treinamento funcional ou mobilidade assistida ($n = 4$);^{33,40,45,46} treino em esteira versus treino em solo, intervenção de controle ou treino de ciclismo ($n = 4$);^{38,42-44} treino em esteira mais intervenção de controle em comparação com intervenção de controle sozinha ($n = 1$);³⁹ e comparações entre diferentes frequências de treino em esteira ($n = 2$).^{36,41} A dose total variou entre 7 e 27 horas, e os estudos duraram de duas a 12 semanas. A frequência e a duração das sessões variaram de duas a 10 sessões por semana e 20 a 45 minutos por sessão, respectivamente (Tabela 3).

O treino em esteira foi eficaz para a velocidade da marcha, quando comparado com a intervenção de controle (diferença média padronizada 0,83 [IC 95% 0,33–1,34], $p = 0,001$) (Figura 4a). A função motora grossa e a resistência à caminhada também foram incluídas na meta-análise; no entanto, nenhuma diferença significativa foi encontrada (Figura 4 b,c respectivamente).

Figura 4. Comparação da eficácia do treinamento em esteira versus intervenções de controle.

(a) Treinamento em esteira versus intervenção de controle na velocidade de caminhada medida pela velocidade autoselecionada durante a marcha. (b) Treinamento em esteira versus intervenção de controle na função motora grossa medida pela GMFM. (c) Treinamento em esteira versus intervenção de controle na resistência à caminhada medida pelo TC6.



O efeito médio na resistência à caminhada, no entanto, excedeu a mudança mínima clinicamente importante de 23 metros para o Teste de Caminhada de 6 Minutos.⁴⁷ O efeito do treino em esteira na velocidade de caminhada, resistência à caminhada e função motora grossa foi classificado como evidência de baixa certeza (Tabela 4).

Tabela 4. Certeza da evidência de acordo com a GRADE

Resultados	Nº de estudos	Avaliação de certeza					Efeito absoluto (IC 95%)	Certeza
		Risco de viés	Inconsistência	Indireto	Imprecisão	Viés de publicação		
Categoria: treino em esteira versus controle								
Velocidade de caminhada (m/s)	3	Sério ^a	Não é sério	Não é sério	^B sério	Nenhum	SMD 0,83 DP [1] [2] (0,33 a 1,34)	⊕⊕○○ Baixa
Função motora grossa (pontuação total do GMFM)	2	Não é sério	^C sério	Não é sério	^B sério	Nenhum	SMD 1,11 SD (−0.33 to 2.54)	⊕⊕○○ Baixa
Resistência à caminhada (TC6)	2	Não é sério	^C sério	Não é sério	^B sério	Nenhum	DM 59,74 (−45.6 to 165.09)	⊕⊕○○ Baixa
Categoria: treino de realidade virtual versus controle								
Cadência	2	Sério ^a	Não é sério	Não é sério	^B sério	Nenhum	MD 6,33 DP (1,1 a 11,56)	⊕⊕○○ Baixa
Categoria: treinamento funcional versus controle								
Velocidade de caminhada (m/s)	4	Muito sério ^d	Não é sério	Não é sério	^B sério	Nenhum	DM 0,36 (−0.06 to 0.77)	⊕○○○

								Muito baixa
Função motora grossa (pontuação total do GMFM)	5	Sério ^a	Não é sério	Não é sério	^B sério	Nenhum	SMD 0,3 DP (0,03 a 0,58)	⊕⊕○○ Baixa
Mobilidade (Teste Timed Up and Go)	3	Muito sério ^d	Não é sério	Não é sério	^B sério	Nenhum	MD -3.37 (-5.9 to -0.83)	⊕○○○ Muito baixa

^a Alto risco de viés em pelo menos um estudo (apenas um domínio em cada estudo).

^b Menos de 200 participantes por grupo.

^c I^2 é grande.

^d Alto risco de viés em mais de dois domínios no mesmo estudo (por exemplo, Badaru et al. ⁷³).

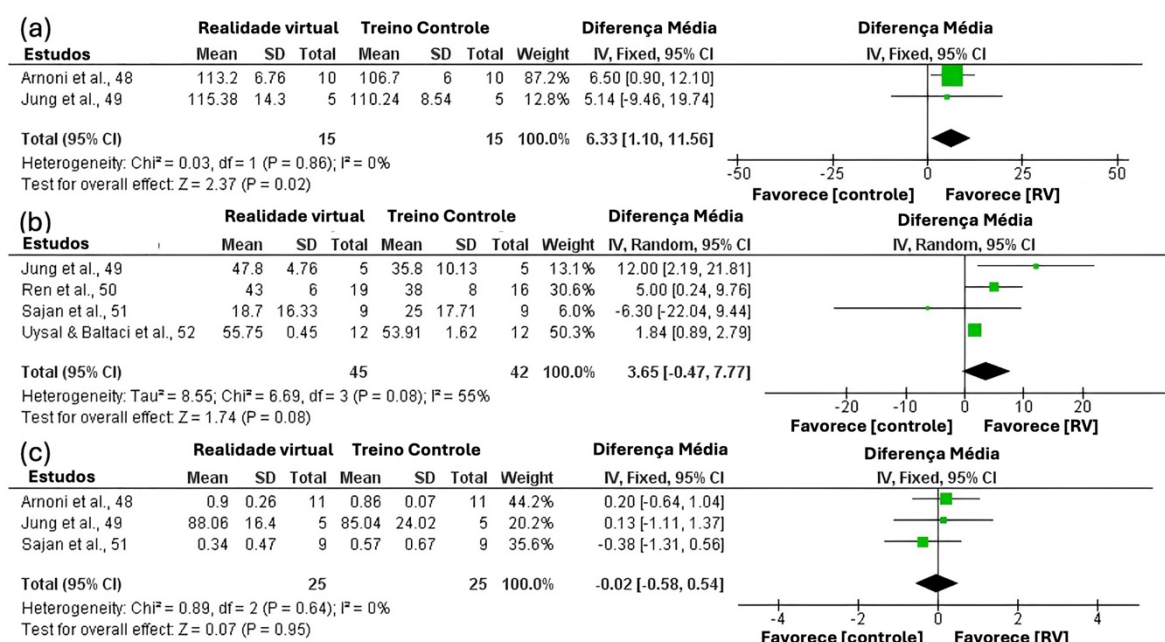
Legenda: TC6, Teste de Caminhada de 6 Minutos; IC, intervalo de confiança; GMFM, Medida da Função Motora Grossa; DM, diferença média; DP, desvio padrão; SMD, diferença média padrão.

Realidade virtual

Seis estudos investigaram a eficácia da realidade virtual associada à intervenção de controle versus intervenção controle sozinha.^{48–53} A dose total do treino de realidade virtual variou entre 12 e 40 horas, variando de uma frequência de duas a seis sessões por semana, duração de 20 a 50 minutos por sessão e uma duração dos estudos de 2 a 12 semanas (Tabela 3).

A realidade virtual foi eficaz na melhora da cadência em comparação com a intervenção de controle (diferença média de 6,33 [IC 95% 1,10–11,56], $p = 0,02$) (Figura 5a). A diferença média excedeu a mudança mínima clinicamente importante de cinco passos por minuto para a cadência.⁵⁴ O efeito da realidade virtual na cadência foi classificado como evidência de baixa certeza (Tabela 4). A melhora no equilíbrio dinâmico medida pela Escala de Equilíbrio Pediátrico favoreceu a realidade virtual em relação ao controle; no entanto, não atingiu significância estatística (Figura 5b). A diferença média, no entanto, excedeu a mudança mínima clinicamente importante de 3,6 pontos.⁵⁵ A velocidade de caminhada também foi incluída para meta-análise; no entanto, nenhum efeito significativo foi encontrado (Figura 5c).

Figura 5. Comparação da eficácia da realidade virtual versus intervenções de controle. (a) Realidade virtual versus intervenção de controle na cadência medida pela velocidade autoselecionada durante a marcha. (b) Realidade virtual versus intervenção de controle no equilíbrio medido pela Escala de Equilíbrio Pediátrica. (c) Realidade virtual versus intervenção de controle na velocidade de caminhada medida pela velocidade autoselecionada durante a marcha.



Treino de ciclismo

Cinco estudos investigaram a eficácia do treino de ciclismo oferecido em clínicas comunitárias ou em casa, em comparação com intervenção controle, treino em esteira, treinamento elíptico ou nenhuma intervenção.^{37,42,56–58} A dose total variou de 9 a 30 horas, com uma frequência de duas a cinco sessões por semana e duração de 6 a 12 semanas; cada sessão variou de 20 a 60 minutos (Tabela 3). Devido à grande heterogeneidade dos resultados, a meta-análise não foi possível.

Treinamento funcional

Um total de 26 estudos foram incluídos nesta categoria.^{30,31,34,35,59–78} Os estudos dentro desta categoria usaram uma gama diversificada de elementos de intervenção, incluindo treino de resistência, treino de endurance e treino em circuito, alguns dos quais foram administrados em ambiente doméstico. A dose total de treinamento funcional variou entre 6 e 84,5 horas, com

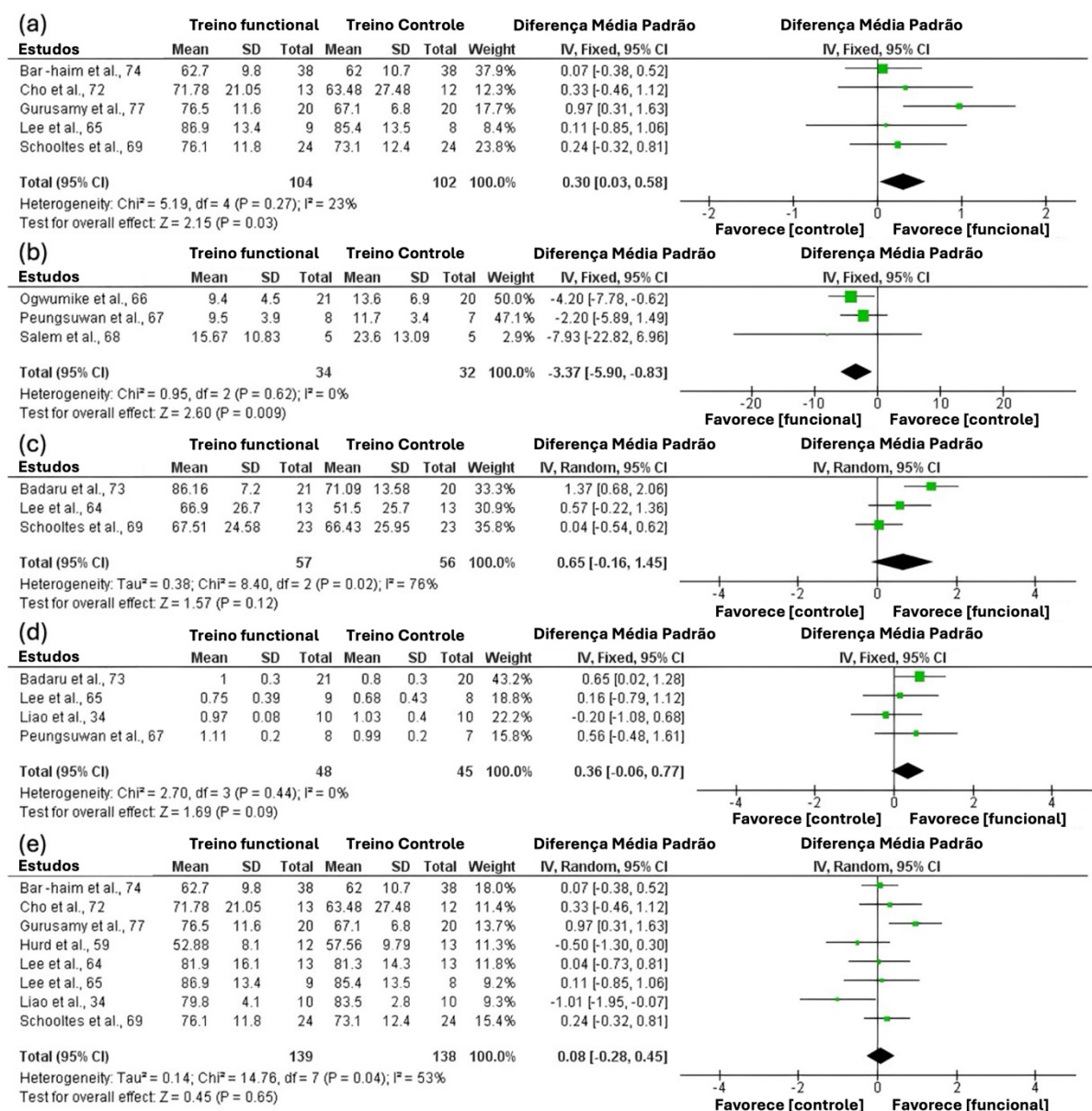
uma frequência de duas a sete sessões por semana, uma duração de 2 a 20 semanas e cada sessão variando de 15 a 390 minutos (Tabela 2).

Ao tentar melhorar a função motora grossa de crianças com PC, o treinamento funcional sozinho foi eficaz quando comparado à intervenção de controle (diferença média padronizada de 0,30 [IC 95% 0,03–0,58], $p = 0,03$) (Figura 6a). O efeito do treinamento funcional no resultado da função motora grossa foi classificado como evidência de baixa certeza (Tabela 4). Uma meta-análise avaliando a eficácia do treinamento funcional na melhora da mobilidade geral, medida pelo teste Timed Up and Go, mostrou um efeito geral significativo favorecendo o treinamento funcional (diferença média de $-3,37$ [IC 95% $-5,90$ a $-0,83$], $p = 0,009$) (Figura 6b) e o efeito médio excedeu a mudança mínima clinicamente importante para o Timed Up and Go, que varia de 0,22 a 5,31 segundos, dependendo do nível do GMFCS.⁷⁹ O efeito do treinamento funcional no Timed Up and Go foi classificado como evidência de certeza muito baixa (Tabela 4).

Duas meta-análises foram conduzidas para limitações de mobilidade, avaliadas pelo Questionário de Mobilidade (MobQues28) e velocidade de caminhada, sem diferenças significativas encontradas entre treinamento funcional e intervenção de controle (Figuras 6c, 6d respectivamente). O efeito do treinamento funcional na velocidade de caminhada foi classificado como evidência de certeza muito baixa (Tabela 4). Uma meta-análise foi conduzida para avaliar a eficácia do treinamento funcional geral na função motora grossa. Incluiu estudos que forneceram treinamento funcional sozinho ou treinamento funcional associado a intervenção controle, ambos comparados com intervenção controle sozinha. Nenhuma diferença significativa foi encontrada (Figura 6e).

Figura 6. Comparação da eficácia do treinamento funcional versus intervenções de controle.

(a) Treinamento funcional sozinho versus intervenção de controle na função motora grossa medida pela GMFM. (b) Treinamento funcional versus intervenção de controle na mobilidade funcional medida pelo TUG. (c) Treinamento funcional versus intervenção de controle no MobQues28 e MobQues47. (d) Treinamento funcional versus intervenção de controle na velocidade de caminhada medida pela velocidade autoselecionada durante a marcha. (e) Treinamento funcional geral versus intervenção de controle na função motora grossa medida pela GMFM.



Análise de sensibilidade

Conduzimos análises de sensibilidade excluindo estudos com alto risco de viés das meta-análises sempre que possível. Apenas uma meta-análise, comparando o efeito do treino em esteira versus controle na velocidade de caminhada, manteve a significância dos resultados após a análise de sensibilidade (Apêndice S4).

Dose mínima recomendada para treino de mobilidade

Com os dados disponíveis, não foi possível determinar a dose mínima recomendada para o treino de mobilidade. Nenhum dos resultados mostrou um resultado significativo para implementação da dose e mudança de resultado (Tabela 5).

Tabela 5. Análise da dose mínima

Desfecho	Coefficiente	Erro padrão	p valor	95% IC
GMFM	DM -0.12	0.07	0.06	[-0.26 a 0.01]
TC6	DM < -0.01	< 0.01	0.75	[-0.01 a 0.01]
TUG	DM < 0.01	< 0.01	0.26	[-0.01 a 0.01]
Equilíbrio (PBS)	DM -0.04	0.09	0.69	[-0.22 a 0.15]
Velocidade da marcha	DMP < -0.01	< 0.01	0.87	[-0.02 a 0.01]

Legenda: IC, intervalo de confiabilidade; GMFM, Medida da Função Motora Grossa; DM, diferença média; TC6, Teste de Caminhada de 6 minutos; TUG, Teste Timed Up and Go; PBS, Escala de Equilíbrio Pediátrica; DMP, diferença média padrão.

Discussão

Esta revisão sistemática teve como objetivo investigar a eficácia e a dose mínima efetiva de TOT intensivo em comparação com intervenções controle para melhorar a mobilidade em crianças com PC. Devido à grande heterogeneidade, as intervenções de TOT foram agrupadas em quatro categorias (esteira, realidade virtual, ciclismo e treinamento funcional). Em comparação com intervenções controle, o TOT em geral mostrou mudanças estatística e clinicamente significativas nos resultados de mobilidade.

Nossa meta-análise favoreceu o treino em esteira como uma intervenção eficaz para melhorar a velocidade de caminhada, embora a certeza da evidência tenha sido baixa. Destacamos que, mesmo após conduzir a análise de sensibilidade, nossos resultados permaneceram estatisticamente significativos, em concordância com as recomendações de Jackman et al.⁶ O treino em esteira mostrou uma tendência para melhorar a resistência à caminhada. O tamanho do efeito, no entanto, excedeu o limite de 23 metros para mudança clinicamente importante.⁴⁷ O treino em esteira pode, portanto, ser recomendado para melhorar

a velocidade e a resistência da caminhada para crianças com PC. Nossas descobertas são consistentes com revisões sistemáticas anteriores.⁸⁰⁻⁸² O treino em esteira, no entanto, não demonstrou melhorar a função motora grossa. O GMFM avalia várias áreas da capacidade motora grossa, não apenas a caminhada.⁸³ Com os entendimentos atuais da prática direcionada a objetivos e específica para tarefas, mudanças de resultados são esperadas na mesma área da intervenção específica que está sendo praticada. Consequentemente, melhorias na capacidade de caminhada de uma intervenção específica para caminhada podem não ser refletidas por uma avaliação mais ampla, como o GMFM. O treino em esteira apresenta várias vantagens, incluindo boa viabilidade de implementação e flexibilidade contextual por meio de esteiras portáteis que podem ser usadas em clínicas, em casa ou ambiente escolar. O treino em esteira pode ser uma opção valiosa para promover uma transição gradual para ambientes da vida real e aumentar com segurança a dose de prática de caminhada.^{6,84}

A realidade virtual demonstrou ser eficaz na melhora da cadência de caminhada em PC quando comparada com intervenções controle. Ela demonstrou uma mudança clinicamente significativa na cadência⁵⁴ e no equilíbrio,⁵⁵ embora o resultado para o equilíbrio não tenha sido estatisticamente significativo. Estudos anteriores apoiaram a realidade virtual para encorajar a autonomia e reduzir a dor e a ansiedade.⁸¹ Um benefício fundamental da realidade virtual é o potencial de motivação e prazer da intervenção,⁸⁵ que são moduladores importantes da neuroplasticidade em crianças.^{9,86} No entanto, como a realidade virtual é fornecida em ambientes internos e frequentemente em áreas restritas, a prática de mobilidade pode ser limitada. A realidade virtual pode, portanto, ser recomendada como uma intervenção complementar para melhorar o equilíbrio e a cadência de caminhada. As intervenções de realidade virtual podem complementar o TOT em ambientes da vida real para uma prática focada no contexto apropriado e ser transferida para a função e participação diárias.⁸⁷

Embora a meta-análise não tenha sido possível para o treino de ciclismo, melhorias significativas na resistência, função motora grossa,³⁷ e força^{37,57} foram encontradas nos estudos que incluíram crianças deambuladoras. Apenas um dos estudos⁴² incluiu crianças não deambuladoras, demonstrando que a mudança média na dimensão D do GMFM-88 foi maior naquelas que praticavam treino de ciclismo do que naquelas nos grupos de treino em esteira e controle. Como o ciclismo pode ser uma oportunidade viável para participação em atividade física e prática de tarefas funcionais em crianças não ambulantes,⁸⁸ estudos com resultados mais homogêneos são necessários para que recomendações mais robustas possam ser feitas. Apenas um estudo atual de protocolo foi encontrado para explorar o treino de ciclismo em PC bilateral moderada a grave,⁸⁹ destacando a necessidade de pesquisas adicionais nesta área.

O treinamento funcional foi a categoria de intervenção mais prevalente e diversa em nossa revisão. Devido à falta de definição consensual,⁹⁰ consideramos 'treinamento funcional' como uma gama diversificada de intervenções ativas que não exigiam equipamento tecnológico específico para serem entregues.²³ Nesta categoria, havia duas subcategorias de intervenções: aquelas focadas exclusivamente no treinamento funcional e aquelas que combinavam treinamento funcional e treinamento convencional (por exemplo, fisioterapia convencional, terapia neurodesenvolvimental). Nenhuma revisão sistemática anterior em tópicos semelhantes categorizou diferentes tipos de intervenção funcional, limitando a comparação com os resultados da revisão sistemática atual.

O treinamento funcional sozinho foi eficaz na melhoria da função motora grossa e da mobilidade geral, enquanto os protocolos que combinam treinamento funcional com treino convencional não mostraram efeito estatisticamente significativo na redução das limitações de mobilidade e na melhora da velocidade de caminhada nas meta-análises, apesar das tendências observadas. O treinamento funcional sozinho pode, portanto, ser recomendado para melhorar a função motora grossa e os resultados da mobilidade geral em comparação com intervenções controle. No entanto, pesquisas com metodologia robusta são necessárias para melhorar a força desta recomendação. Os efeitos do treinamento funcional são heterogêneos,^{18,91-93} o que pode acontecer pela grande variabilidade nas definições de terapia funcional, tipos de intervenção ou princípios de aprendizagem motora incorporados nas intervenções. Desafios adicionais incluem heterogeneidade notável na duração, frequência e intensidade das intervenções, o que limita ainda mais o agrupamento e as recomendações precisas sobre a dose mínima. Embora se acredite que esses parâmetros de intervenção aumentem a eficácia das intervenções,^{9,94} estratégias usadas para promover a motivação e o engajamento das crianças, para progredir o nível de desafio da tarefa e para implementar a dose de intervenção planejada são raramente relatadas. Estudos futuros devem, portanto, implementar essas definições de parâmetros e descrevê-las adequadamente na metodologia.

Embora o TOT seja baseado na teoria da aprendizagem motora incorporando princípios-chave como o envolvimento ativo do indivíduo ao executar uma tarefa específica baseada em contexto, os estudos geralmente forneceram descrições limitadas das estratégias usadas para atender a esses princípios.^{95,96} Essa falta de informações limita a reprodutibilidade das intervenções.⁹⁷ Destacamos a importância de estudos piloto ou de viabilidade relatando dados de implementação e protocolos de intervenção detalhados para facilitar e encorajar a reprodutibilidade por terapeutas em sua prática clínica. Além disso, estudos relatando o tipo de

estratégias de aprendizagem motora adotadas (por exemplo, feedback, progressão de tarefas) e como elas foram implementadas também são encorajados.

Além de escolher a intervenção mais eficaz de acordo com o resultado desejado, deve-se também considerar os potenciais efeitos adversos e a aceitabilidade da intervenção. O treinamento de membros inferiores envolve atividades que geram movimentos articulares impactantes e podem exigir grandes amplitudes de movimento, com o envolvimento de grupos musculares maiores. Os participantes que recebem essas intervenções podem, portanto, ser suscetíveis à dor, fadiga e outros efeitos adversos. Nesta revisão, apenas oito estudos relataram efeitos adversos relacionados ao treinamento, como dor e fadiga.³⁰⁻³⁷ Além disso, componentes de viabilidade, como aspectos positivos e desafiadores da implementação da intervenção, efeitos adversos, adesão e aceitabilidade, não foram frequentemente relatados ou explorados. Futuros estudos intensivos de intervenção de mobilidade são encorajados a explorar e relatar esses componentes para aumentar a reprodutibilidade das intervenções e entender melhor a segurança e a aceitabilidade de diferentes intervenções para populações variadas.

Entre os parâmetros de viabilidade que devem ser considerados, a dose de intervenção é destacada. Nesta revisão, enfrentamos desafios significativos na definição da dose mínima para treinamento intensivo de mobilidade. A alta heterogeneidade e variabilidade nos resultados relatados, juntamente com inconsistências e vieses reportados, apresentaram obstáculos para estabelecer uma dose mínima clara. Além disso, as pessoas com PC exibem uma variabilidade notavelmente maior nas características entre os indivíduos em comparação com algumas outras condições.^{98,99} A extensão e a combinação de deficiências motoras, incluindo tônus muscular, controle de movimento e coordenação, diferem significativamente de uma criança para outra. Além disso, fatores como função cognitiva, deficiências sensoriais, habilidades de comunicação e condições médicas associadas contribuem para a vasta gama de características observadas na população com PC.^{100,101} Estudos futuros com descrições consistentes de resultados, coleta de dados rigorosa e informações sobre as características individuais dos participantes são necessários, de preferência seguindo diretrizes de evidências já disponíveis. Estudos de sujeito único podem ser uma alternativa piloto para entender essa variabilidade, potencialmente ajudando futuros ECRs a selecionar resultados mais representativos e a recrutar amostras mais homogêneas.¹⁰²

Destacamos que a dose é um dos muitos parâmetros importantes para tornar uma intervenção eficaz. Os estudos são encorajados a seguir diretrizes apropriadas para relatar estudos de intervenção, facilitando a reprodução da intervenção por terapeutas e pesquisadores,

e favorecendo relatórios padronizados de resultados para futuras revisões sistemáticas e meta-análises.

Até onde sabemos, esta é a primeira revisão sistemática que resumiu intervenções intensivas que visavam melhorar a mobilidade na PC, onde as crianças desempenhavam um papel ativo em atividades orientadas a tarefas. Além disso, este é o primeiro estudo que visava encontrar a dose mínima para intervenções de mobilidade para crianças com PC, que até agora está disponível apenas para intervenções que visam a função dos membros superiores.¹⁹ Avaliar a eficácia das intervenções de mobilidade pode oferecer orientação valiosa aos clínicos na seleção do melhor tratamento para cada resultado, ao mesmo tempo em que aderem aos parâmetros de dosagem recomendados. Este estudo seguiu as mais robustas recomendações metodológicas para projetos de revisão sistemática.

Algumas limitações devem ser mencionadas como incapacidade de fornecer recomendações mais fortes devido à heterogeneidade substancial nas medidas de desfechos, o que limitou um agrupamento de resultados. A alta variabilidade no relato dos resultados do mesmo desfecho apresentou desafios para chegar a uma conclusão abrangente para cada categoria de treino (por exemplo, relatar a porcentagem obtida na GMFM em vez da pontuação, usando metros por minuto em vez de metros por segundo no Teste de Caminhada de 10 Metros, o que geralmente afetava a capacidade de converter desvios-padrão, bem como relatar dados de média/mediana e desvio-padrão/intervalo interquartil do grupo antes e depois da intervenção e não apenas diferenças médias). Além disso, algumas meta-análises mostraram uma alta heterogeneidade das características dos participantes. Nosso estudo também encontrou limitações decorrentes de pequenos tamanhos de amostra dentro de estudos individuais e da escassez de pesquisas de alta qualidade. Para pesquisas futuras, recomendamos fortemente a realização de investigações da resposta individual às intervenções, usando o delineamento de sujeito único seguido por ECRs que aderem a padrões metodológicos rigorosos. A adoção de ferramentas de avaliação validadas e confiáveis, juntamente com tamanhos de amostra substanciais, aumentaria a qualidade e a robustez dos estudos subsequentes. Em nossa revisão, buscamos incluir intervenções em que a criança desempenhasse um papel ativo durante atividades direcionadas a objetivos, seguindo os princípios do TOT.⁹ Como atividades direcionadas a objetivos geradas pela criança são menos frequentemente implementadas em crianças com limitações graves de mobilidade, nossos resultados devem ser interpretados com cautela nessa população. Isso é particularmente relevante considerando que quase todos os estudos incluídos envolveram crianças funcionando com PC classificadas nos níveis I a III do

GMFCS. Revisões sistemáticas futuras e ECRs robustos são encorajados a abordar essas lacunas.

Conclusão:

O treino de mobilidade orientado à tarefa por meio de treino em esteira, realidade virtual e treinamento funcional melhora potencialmente a mobilidade em crianças com PC e pode promover mudanças clinicamente importantes na resistência à caminhada e no equilíbrio. Estudos futuros são encorajados a seguir diretrizes padrão para conduzir estudos randomizados, relatar os parâmetros da intervenção entregue e implementar um método padronizado e consistente para relatar desfechos. O desenvolvimento de “*core-sets*” é crucial para padronizar a forma de relatar os resultados dos instrumentos já validados e frequentemente utilizados na população com PC para permitir revisões sistemáticas futuras mais conclusivas.

Referências:

1. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol*. 2007;109:8–14.
2. Graham HK, Harvey A, Rodda J, Nattrass GR, Pirpiris M. The Functional Mobility Scale (FMS). *J Pediatr Orthop*. 2004;24(5):514–20.
3. WHO WHO. International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). 2013;1–217.
4. Pritchard-Wiart L, Phelan SK. Goal setting in paediatric rehabilitation for children with motor disabilities: a scoping review. *Clin Rehabil*. 2018;32(7):954–66.
5. Novak I, Morgan C, Fahey M, Finch-Edmondson M, Galea C, Hines A, et al. State of the Evidence Traffic Lights 2019: Systematic Review of Interventions for Preventing and Treating Children with Cerebral Palsy. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2020;20(2).
6. Jackman M, Sakzewski L, Morgan C, Boyd RN, Brennan SE, Langdon K, et al. Interventions to improve physical function for children and young people with cerebral palsy: international clinical practice guideline. *Dev Med Child Neurol*. 2021;1–14.
7. Feitosa AM, Mancini MC, Silvério APM, Gordon AM, Brandão MB. “Help Me to Improve my Own Priorities!”: A Feasibility Study of an Individualized Intensive Goal Training for Adolescents with Cerebral Palsy. *Phys Occup Ther Pediatr* [Internet]. 2021;41(6):601–19. Available from: <https://doi.org/10.1080/01942638.2021.1891186>
8. Löwing K, Bexelius A, Brogren Carlberg E. Activity focused and goal directed therapy for children with cerebral palsy - Do goals make a difference? *Disabil Rehabil*. 2009;31(22):1808–16.
9. Hubbard IJ, Parsons MW, Neilson C, Carey LM. Task-specific training: Evidence for and translation to clinical practice. *Occup Ther Int*. 2009;16(3–4):175–89.
10. Toovey R, Bernie C, Harvey AR, McGinley JL, Spittle AJ. Task-specific gross motor skills training for ambulant school-aged children with cerebral palsy: A systematic review. *BMJ Paediatr Open*. 2017;1(1).
11. Heneidy WE, Eltalawy HA, Kassem HI, Zaky NA. Impact of task-oriented training on balance in spastic hemiplegic cerebral palsied children. *Physiother Q*. 2020;28(2):52–6.

12. Moreau NG, Bodkin AW, Bjornson K, Hobbs A, Soileau M, Lahasky K. Effectiveness of rehabilitation interventions to improve gait speed in children with cerebral palsy: Systematic review and Meta-Analysis. *Phys Ther.* 2016;96(12):1938–54.
13. Morgan C, Darrah J, Gordon AM, Harbourne R, Spittle A, Johnson R, et al. Effectiveness of motor interventions in infants with cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol.* 2016;58(9):900–9.
14. Gannotti ME, Christy JB, Heathcock JC, Kolobe THA. A path model for evaluating dosing parameters for children with cerebral palsy. *Phys Ther.* 2014;94(3):411–21.
15. Kolobe THA, Christy JB, Gannotti ME, Heathcock JC, Damiano DL, Taub E, et al. Research summit III proceedings on dosing in children with an injured brain or cerebral palsy: Executive summary. *Phys Ther.* 2014;94(7):907–20.
16. Brandão MB, Mancini MC, Ferre CL, Figueiredo PRP, Oliveira RHS, Gonçalves SC, et al. Does Dosage Matter? A Pilot Study of Hand-Arm Bimanual Intensive Training (HABIT) Dose and Dosing Schedule in Children with Unilateral Cerebral Palsy. *Phys Occup Ther Pediatr.* 2017;38(3):227–42.
17. Cope S, Mohn-Johnsen S. The effects of dosage time and frequency on motor outcomes in children with cerebral palsy: A systematic review. *Dev Neurorehabil* [Internet]. 2017;20(6):376–87. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/17518423.2017.1282053>
18. Myrhaug HT, Østensjø S, Larun L, Odgaard-Jensen J, Jahnsen R. Intensive training of motor function and functional skills among young children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *BMC Pediatr.* 2014;14(1).
19. Jackman M, Lannin N, Galea C, Sakzewski L, Miller L, Novak I. What is the threshold dose of upper limb training for children with cerebral palsy to improve function? A systematic review. *Aust Occup Ther J.* 2020;67(3):269–80.
20. Higgins J, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page M, et al. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* [Internet]. 2022. Available from: <https://training.cochrane.org/handbook>
21. Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, et al. AMSTAR 2: A critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ.* 2017;358:1–9.
22. Page MJ, Moher D, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. PRISMA 2020 explanation and elaboration: Updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372:1–36.
23. Geijen M, Ketelaar M, Sakzewski L, Palisano R, Rameckers E. Defining Functional Therapy in Research Involving Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review. *Phys Occup Ther Pediatr* [Internet]. 2020;40(2):231–46. Available from: <https://doi.org/10.1080/01942638.2019.1664703>
24. Ahl LE, Johansson E, Granat T, Carlberg EB. Functional therapy for children with cerebral palsy: An ecological approach. *Dev Med Child Neurol.* 2005;47(9):613–9.
25. Ketelaar M, Vermeer A, 'T Hart H, Van Petegem-van Beek E, Helders PJM. Effects of a functional therapy program on motor abilities of children with cerebral palsy. *Phys Ther.* 2001;81(9):1534–45.
26. Bican RL. *Rehabilitation Dose and Motor Outcomes for Infants and Children with Cerebral Palsy* [Internet]. Ohio State University; 2019. Available from: http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=osu1629204784705315
27. Sterne JAC, Savović J, Page MJ, Elbers RG, Blencowe NS, Boutron I, et al. RoB 2: A revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ.* 2019;366:1–8.
28. Group GW. Grading quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ.* 2004;328(June):1490–4.

29. Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. Cambridge MAP, editor. 2013.
30. Chaovalit S, Dodd KJ, Taylor NF. Sit-to-stand training for self-care and mobility in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Dev Med Child Neurol*. 2021;63(12):1476–82.
31. Crompton J, Imms C, McCoy AT, Randall M, Scoullar B, Galea MP, et al. Group-Based Task-Related Training for Children with Cerebral Palsy Group-Based Task-Related Training for Children with Cerebral Palsy : A Pilot Study. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2007;27(4):43–65.
32. Gibson N, Chappell A, Blackmore AM, Morris S, Williams G, Bear N, et al. The effect of a running intervention on running ability and participation in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Disabil Rehabil*. 2018;40(25):3041–9.
33. Johnston TE, Watson KE, Ross SA, Gates PE, Gaughan JP, Lauer RT, et al. Effects of a supported speed treadmill training exercise program on impairment and function for children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2011;53(8):742–50.
34. Liao HF, Liu YC, Liu WY, Lin YT. Effectiveness of Loaded Sit-to-Stand Resistance Exercise for Children With Mild Spastic Diplegia: A Randomized Clinical Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88(1):25–31.
35. Mitchell LE, Ziviani J, Boyd RN. A randomized controlled trial of web-based training to increase activity in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2016;58(7):767–73.
36. Bjornson KF, Moreau N, Bodkin AW. Short-burst interval treadmill training walking capacity and performance in cerebral palsy: a pilot study. *Dev Neurorehabil* [Internet]. 2019;22(2):126–33. Available from: <https://doi.org/10.1080/17518423.2018.1462270>
37. Fowler EG, Knutson LM, DeMuth SK, Siebert KL, Simms VD, Sugi MH, et al. Pediatric endurance and limb strengthening (PEDALS) for children with cerebral palsy using stationary cycling: a randomized controlled trial. *Phys Ther* [Internet]. 2010;90(3):367–81. Available from: <http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L358513716%5Cnhttp://limo.libis.be/resolver?&sid=EMBASE&issn=15386724&id=doi:&atitle=Pediatric+endurance+and+limb+strengthening+%28PEDALS%29+for+children+with+cerebral+palsy+using+st>
38. Grecco LAC, Tomita SM, Christovão TCL, Hugo Pasini LMMS, Oliveira CS. Effect of treadmill gait training on static and functional balance in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Brazilian J Phys Ther*. 2013;17(1):17–23.
39. Ameer MA, Fayez ES, Elkholy HH. Improving spatiotemporal gait parameters in spastic diplegic children using treadmill gait training. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. 2019;23(4):937–42. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.02.003>
40. Aras B, Yaşar E, Kesikburun S, Türker D, Tok F, Yılmaz B. Comparison of the effectiveness of partial body weight-supported treadmill exercises, robotic-assisted treadmill exercises, and anti-gravity treadmill exercises in spastic cerebral palsy. *Turkish J Phys Med Rehabil*. 2019;65(4):361–70.
41. Mattern-Baxter K, Looper J, Zhou C, Bjornson K. Low-Intensity vs High-Intensity Home-Based Treadmill Training and Walking Attainment in Young Children With Spastic Diplegic Cerebral Palsy. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2020;101(2):204–12. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.09.015>
42. Bryant E, Pountney T, Williams H, Edelman N. Can a six-week exercise intervention improve gross motor function for non-ambulant children with cerebral palsy? A pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2013;27(2):150–9.
43. Grecco LAC, Zanon N, Sampaio LMM, Oliveira CS. A comparison of treadmill training and overground walking in ambulant children with cerebral palsy: Randomized controlled clinical trial. *Clin Rehabil*. 2013;27(8):686–96.

44. Chrysagis N, Skordilis EK, Stavrou N, Grammatopoulou E, Koutsouki D. The effect of treadmill training on gross motor function and walking speed in ambulatory adolescents with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil*. 2012;91(9):747–60.
45. Swe NN, Sendhilnathan S, Van Den Berg M, Barr C. Over ground walking and body weight supported walking improve mobility equally in cerebral palsy: A randomised controlled trial. *Clin Rehabil*. 2015;29(11):1108–16.
46. Willoughby KL, Dodd KJ, Shields N, Foley S. Efficacy of Partial Body Weight-Supported Treadmill Training Compared With Overground Walking Practice for Children With Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010;91(3):333–9.
47. Storm FA, Petrarca M, Beretta E, Strazzer S, Piccinini L, Maghini C, et al. Minimum Clinically Important Difference of Gross Motor Function and Gait Endurance in Children with Motor Impairment: A Comparison of Distribution-Based Approaches. *Biomed Res Int*. 2020;2020:1–9.
48. Arnoni JLB, Kleiner AFR, Lima CRG, De Campos AC, Rocha NACF. Nonimmersive Virtual Reality as Complementary Rehabilitation on Functional Mobility and Gait in Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Games Health J*. 2021;10(4):254–63.
49. Jung SH, Song SH, Lee DG, Lee K, Lee GC. Effects of Kinect Video Game Training on Lower Extremity Motor Function, Balance, and Gait in Adolescents with Spastic Diplegia Cerebral Palsy: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Dev Neurorehabil* [Internet]. 2021;24(3):159–65. Available from: <https://doi.org/10.1080/17518423.2020.1819458>
50. Ren K, Gong XM, Zhang R, Chen XH. Effects of virtual reality training on limb movement in children with spastic diplegia cerebral palsy. *Chinese J Contemp Pediatr*. 2016;18(10):975–9.
51. Sajan JE, John JA, Grace P, Sabu SS, Tharion G. Wii-based interactive video games as a supplement to conventional therapy for rehabilitation of children with cerebral palsy: A pilot, randomized controlled trial. *Dev Neurorehabil* [Internet]. 2017;20(6):361–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/17518423.2016.1252970>
52. Atasavun Uysal S, Baltaci G. Effects of Nintendo Wii™ Training on Occupational Performance, Balance, and Daily Living Activities in Children with Spastic Hemiplegic Cerebral Palsy: A Single-Blind and Randomized Trial. *Games Health J*. 2016;5(5):311–7.
53. Saussez G, Bailly R, Araneda R, Paradis J, Ebner-Karestinos D, Klöcker A, et al. Efficacy of integrating a semi-immersive virtual device in the HABIT-ILE intervention for children with unilateral cerebral palsy: a non-inferiority randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. 2023;20(1):1–15. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12984-023-01218-4>
54. Oeffinger D, Bagley A, Rogers S, Gorton G, Kryscio R, Abel M, et al. Outcome tools used for ambulatory children with cerebral palsy: responsiveness and minimum clinically important differences. *Dev Med Child Neurol*. 2008;50(12):918–25.
55. Chen C ling, Shen I hsuan, Chen C yao, Wu C yi, Liu WY, Chung C ying. Validity, responsiveness, minimal detectable change, and minimal clinically important change of Pediatric Balance Scale in children with cerebral palsy. *Res Dev Disabil* [Internet]. 2013;34(3):916–22. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ridd.2012.11.006>
56. Chen CL, Hong WH, Cheng HYK, Liaw MY, Chung CY, Chen CY. Muscle strength enhancement following home-based virtual cycling training in ambulatory children with cerebral palsy. *Res Dev Disabil* [Internet]. 2012;33(4):1087–94. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ridd.2012.01.017>
57. Damiano DL, Stanley CJ, Ohlrich L, Alter KE. Task-Specific and Functional Effects of Speed-Focused Elliptical or Motor-Assisted Cycle Training in Children with Bilateral Cerebral Palsy: Randomized Clinical Trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2017;31(8):736–45.
58. Chen CL, Chen CY, Liaw MY, Chung CY, Wang CJ, Hong WH. Efficacy of home-based virtual cycling training on bone mineral density in ambulatory children with cerebral palsy. *Osteoporos Int*. 2013;24(4):1399–406.

59. Hurd C, Livingstone D, Brunton K, Smith A, Gorassini M, Watt MJ, et al. Early, Intensive, Lower Extremity Rehabilitation Shows Preliminary Efficacy After Perinatal Stroke: Results of a Pilot Randomized Controlled Trial. *Neurorehabil Neural Repair* [Internet]. 2022;36(6):360–70. Available from: <https://doi.org/10.1177/15459683221090931>
60. Franki I, Desloovere K, De Cat J, Tjehuis W, Molenaers G, Feys H, et al. An evaluator-blinded randomized controlled trial evaluating therapy effects and prognostic factors for a general and an individually defined physical therapy program in ambulant children with bilateral spastic cerebral palsy. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2015;51(6):677–91.
61. Kimoto M, Yonetsu R, Okada K, Horioka W, Kondou T, Sasaki M, et al. Effect of home-based training focused on increasing maximum step length in walking function of children with cerebral palsy. *Phys Ther Rev* [Internet]. 2019;24(6):358–65. Available from: <https://doi.org/10.1080/10833196.2019.1664083>
62. Ko EJ, Sung IY, Moon HJ, Yuk JS, Kim HS, Lee NH. Effect of Group-Task-Oriented Training on Gross and Fine Motor Function, and Activities of Daily Living in Children with Spastic Cerebral Palsy. *Phys Occup Ther Pediatr* [Internet]. 2020;40(1):18–30. Available from: <https://doi.org/10.1080/01942638.2019.1642287>
63. Kusumoto Y, Nitta O, Takaki K. Impact of loaded sit-to-stand exercises at different speeds on the physiological cost of walking in children with spastic diplegia: A single-blind randomized clinical trial. *Res Dev Disabil*. 2016;57:85–91.
64. Lee M, Ko YJ, Shin MMS, Lee W. The effects of progressive functional training on lower limb muscle architecture and motor function in children with spastic cerebral palsy. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(5):1581–4.
65. Lee JH, Sung IY, Yoo JY. Therapeutic effects of strengthening exercise on gait function of cerebral palsy. *Disabil Rehabil*. 2008;30(19):1439–44.
66. Ogwumike OO, Badaru UM, Adeniyi AF. Effect of task-oriented training on balance and motor function of ambulant children with cerebral palsy. *Rehabilitation* [Internet]. 2019;53(4):276–83. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.rh.2019.07.003>
67. Peungsuwan P, Parasin P, Siritaratiwat W, Prasertnu J, Yamauchi J. Effects of combined exercise training on functional performance in children with cerebral palsy: A randomized controlled study. *Pediatr Phys Ther*. 2017;29(1):39–46.
68. Salem Y, Godwin EM. Effects of task-oriented training on mobility function in children with cerebral palsy. *NeuroRehabilitation*. 2009;24(4):307–13.
69. Scholtes VA, Becher JG, Comuth A, Dekkers H, Van Dijk L, Dallmeijer AJ. Effectiveness of functional progressive resistance exercise strength training on muscle strength and mobility in children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Dev Med Child Neurol*. 2010;52(6):107–13.
70. Schranz C, Kruse A, Belohlavek T, Steinwender G, Tilp M, Pieber T, et al. Does Home-Based Progressive Resistance or High-Intensity Circuit Training Improve Strength, Function, Activity or Participation in Children With Cerebral Palsy? *Arch Phys Med Rehabil*. 2018;99(12):2457–2464.e4.
71. Surana BK, Ferre CL, Dew AP, Brandao M, Gordon AM, Moreau NG. Effectiveness of Lower-Extremity Functional Training (LIFT) in Young Children With Unilateral Spastic Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2019;33(10):862–72.
72. Cho HJ, Lee BH. Effect of functional progressive resistance exercise on lower extremity structure, muscle tone, dynamic balance and functional ability in children with spastic cerebral palsy. *Children*. 2020;7(8).
73. Badaru UM, Ogwumike OO, Adeniyi AF. Impact of lower extremity task-oriented training on the quality of life of children with cerebral palsy. *Adv Rehabil*. 2021;35(2):1–8.

74. Bar-Haim S, Harries N, Nammourah I, Oraibi S, Malhees W, Loeppky J, et al. Effectiveness of motor learning coaching in children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2010;24(11):1009–20.
75. Bleyenheuft Y, Ebner-Karestinos D, Surana B, Paradis J, Sidiropoulos A, Renders A, et al. Intensive upper- and lower-extremity training for children with bilateral cerebral palsy: a quasi-randomized trial. *Dev Med Child Neurol*. 2017;59(6):625–33.
76. Goswami JN, Sankhyan N, Singhi P. Add-on Home-Centered Activity-Based Therapy vs Conventional Physiotherapy in Improving Walking Ability at 6-Months in Children With Diplegic Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *Indian Pediatr*. 2021;58(9):826–32.
77. Gurusamy L, Balaji GK, Agrahara S. A multicentre, double-blind, randomized controlled trial on the effect of functional strength training on gross motor function among children with spastic diplegic cerebral palsy. *Physiother Q*. 2022;30(4):52–8.
78. Hilderley AJ, Fehlings D, Chen JL, Wright FV. Comparison of sports skills movement training to lower limb strength training for independently ambulatory children with cerebral palsy: a randomised feasibility trial. *Disabil Rehabil* [Internet]. 2022;44(13):3039–47. Available from: <https://doi.org/10.1080/09638288.2020.1851779>
79. Carey H, Martin K, Combs-Miller S, Heathcock JC. Reliability and responsiveness of the timed up and go test in children with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther*. 2016;28(4):401–8.
80. Booth ATC, Buizer AI, Meyns P, Oude Lansink ILB, Steenbrink F, van der Krogt MM. The efficacy of functional gait training in children and young adults with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Dev Med Child Neurol*. 2018;60(9):866–83.
81. Corsi C, Santos MM, Moreira RFC, dos Santos AN, de Campos AC, Galli M, et al. Effect of physical therapy interventions on spatiotemporal gait parameters in children with cerebral palsy: a systematic review. *Disabil Rehabil* [Internet]. 2019;0(0):1–10. Available from: <https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1671500>
82. Willoughby KL, Dodd KJ, Shields N. A systematic review of the effectiveness of treadmill training for children with cerebral palsy. *Disabil Rehabil*. 2009;31(24):1971–9.
83. Alotaibi M, Long T, Kennedy E, Bavishi S. The efficacy of GMFM-88 and GMFM-66 to detect changes in gross motor function in children with cerebral palsy (CP): A literature review. *Disabil Rehabil*. 2014;36(8):617–27.
84. Harrington AT. Treadmill Training for Children and Youth with Cerebral Palsy. *Cereb Palsy*. 2020;1–11.
85. Biddiss E, Chan-Viquez D, Cheung ST, King G. Engaging children with cerebral palsy in interactive computer play-based motor therapies: theoretical perspectives. *Disabil Rehabil* [Internet]. 2021;43(1):133–47. Available from: <https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1613681>
86. Kleim JA, Jones TA. Principles of experience-dependent neural plasticity: Implications for rehabilitation after brain damage. *J Speech, Lang Hear Res*. 2008;51(1):225–39.
87. Reid DT. Benefits of a virtual play rehabilitation environment for children with cerebral palsy on perceptions of self-efficacy: A pilot study. *Pediatr Rehabil*. 2002;5(3):141–8.
88. Armstrong EL, Boyd RN, Horan SA, Kentish MJ, Ware RS, Carty CP. Maintenance of Functional Gains Following a Goal-Directed and FES-Assisted Cycling Program for Children with Cerebral Palsy. *Pediatr Phys Ther*. 2022;34(4):480–7.
89. Sakzewski L, Pool D, Armstrong E, Reedman SE, Boyd RN, Elliott C, et al. ACTIVE STRIDES-CP: Protocol for a randomised trial of intensive rehabilitation (combined intensive gait and cycling training) for children with moderate-to-severe bilateral cerebral palsy. *BMJ Open*. 2023;13(3):1–15.
90. Ide BN, Silvatti AP, Marocolo M, Santos CPC, Silva BVC, Oranchuk DJ, et al. Is There Any Non-functional Training? A Conceptual Review. *Front Sport Act Living*. 2022;3(January):1–8.

91. Lucas BR, Elliott EJ, Coggan S, Pinto RZ, Jirikowic T, McCoy SW, et al. Interventions to improve gross motor performance in children with neurodevelopmental disorders: A meta-analysis. *BMC Pediatr* [Internet]. 2016;16(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12887-016-0731-6>
92. Ryan JM, Cassidy EE, Noorduyn SG, O'Connell NE. Exercise interventions for cerebral palsy. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;2017(6).
93. Liang X, Tan Z, Yun G, Cao J, Wang J, Liu Q, et al. Effectiveness of Exercise Interventions for Children With Cerebral Palsy: a Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Rehabil Med*. 2021;53(4):1–10.
94. Carr JH, Shepherd RB. A Motor Learning Model for Stroke Rehabilitation. *Physiother (United Kingdom)* [Internet]. 1989;75(7):372–80. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9406\(10\)62588-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9406(10)62588-6)
95. Taghizadeh A, Webster KE, Bhojti A, Carey L, Hoare B. Are they really motor learning therapies? A scoping review of evidence-based, task-focused models of upper limb therapy for children with unilateral cerebral palsy. *Disabil Rehabil* [Internet]. 2023;45(9):1536–48. Available from: <https://doi.org/10.1080/09638288.2022.2063414>
96. Beckers LWME, Geijen MME, Kleijnen J, Rameckers EAA, Schnackers MLAP, Smeets RJEM, et al. Feasibility and effectiveness of home-based therapy programmes for children with cerebral palsy: A systematic review. *BMJ Open*. 2020;10(10):1–52.
97. Bowen DJ, Kreuter M, Spring B, Linnan L, Weiner D, Bakken S, et al. How We Design Feasibility Study. *Am J Prev Med*. 2009;36(5):452–7.
98. Burgess A, Reedman S, Chatfield MD, Ware RS, Sakzewski L, Boyd RN. Development of gross motor capacity and mobility performance in children with cerebral palsy: a longitudinal study. *Dev Med Child Neurol*. 2022;64(5):578–85.
99. Arnaud C, Ehlinger V, Delobel-Ayoub M, Klapouszczak D, Perra O, Hensey O, et al. Trends in Prevalence and Severity of Pre/Perinatal Cerebral Palsy Among Children Born Preterm From 2004 to 2010: A SCPE Collaboration Study. *Front Neurol*. 2021;12(May):1–9.
100. Galea C, McIntyre S, Smithers-Sheedy H, Reid SM, Gibson C, Delacy M, et al. Cerebral palsy trends in Australia (1995-2009): a population-based observational study. *Dev Med Child Neurol*. 2018;61:186–93.
101. Andrews C, Namaganda L, Eliasson AC, Kakooza-Mwesige A, Forssberg H. Functional development in children with cerebral palsy in Uganda: population-based longitudinal cohort study. *Dev Med Child Neurol*. 2022;64(1):70–9.
102. Romeiser-Logan L, Slaughter R, Hickman R. Single-subject research designs in pediatric rehabilitation: a valuable step towards knowledge translation. *Dev Med Child Neurol*. 2017;59:574–80.

Material Suplementar S1

Estratégias de busca das bases de dados:

1. PubMed/MEDLINE (via National Library of Medicine) (963 results):

((("child"[MeSH Terms] OR "child*"[Title/Abstract] OR "infant"[MeSH Terms] OR "adolescent"[MeSH Terms] OR "adolesc*"[Title/Abstract] OR "teen*"[Title/Abstract] OR "pediatric"[Title/Abstract] OR "paediatric"[Title/Abstract] OR "youth"[Title/Abstract])) AND ("cerebral palsy"[MeSH Terms] OR "cerebral pals*"[Title/Abstract] OR "CP"[Title/Abstract] OR "spastic hemiplegia"[Title/Abstract] OR "spastic diplegia"[Title/Abstract] OR "spastic triplegia"[Title/Abstract] OR "hemiplegia"[MeSH Terms] OR "quadriplegia"[MeSH Terms] OR "bilateral"[Title/Abstract] OR "unilateral"[Title/Abstract] OR "little disease"[Title/Abstract] OR "leukomalacia, periventricular"[MeSH Terms] OR "neurodisabilit*"[Title/Abstract]) AND ("Physical Therapy Modalities"[MeSH Terms] OR "physical therap*"[Title/Abstract] OR "physiotherap*"[Title/Abstract] OR "intensive training"[Title/Abstract] OR "intensive therapy"[Title/Abstract] OR "intensive exercise"[Title/Abstract] OR "rehabilitation"[MeSH Terms] OR "mobility training"[Title/Abstract] OR "walking training"[Title/Abstract]) AND ("gait"[MeSH Terms] OR "walking"[MeSH Terms] OR "walking speed"[Title/Abstract] OR "walking distance"[Title/Abstract] OR "ambulation"[Title/Abstract] OR "running"[MeSH Terms] OR "locomotion"[MeSH Terms] OR "locomotor activit*"[Title/Abstract] OR "mobility"[Title/Abstract] OR "posture transfer"[Title/Abstract] OR "Lower Extremity"[MeSH Terms] OR "lower extremit*"[Title/Abstract] OR "lower limb*"[Title/Abstract])) NOT ("adult"[MeSH Terms] OR "adult*"[Title/Abstract] OR "young adult"[MeSH Terms] OR "aged"[MeSH Terms] OR "elderly"[Title/Abstract] OR ("drug therapy"[MeSH Terms] OR "Pharmacology"[MeSH Terms] OR "general surgery"[MeSH Terms] OR "surger*"[Title/Abstract]))

2. Embase (Elsevier) (1380 results):

('child':ab,ti OR 'child*':ab,ti OR 'infant':ab,ti OR 'adolescent':ab,ti OR 'adolesc*':ab,ti OR 'teen*':ab,ti OR 'pediatric':ab,ti OR 'paediatric':ab,ti OR 'youth':ab,ti) AND ('cerebral palsy':ab,ti OR 'cerebral pals*':ab,ti OR 'cp':ab,ti OR 'spastic hemiplegia':ab,ti OR 'spastic diplegia':ab,ti OR 'spastic triplegia':ab,ti OR 'hemiplegia':ab,ti OR 'quadriplegia':ab,ti OR 'bilateral':ab,ti OR 'unilateral':ab,ti OR 'little disease':ab,ti OR 'leukomalacia, periventricular':ab,ti OR 'neurodisabilit*':ab,ti) AND ('physical therapy modalities':ab,ti OR 'physical therap*':ab,ti OR 'physiotherap*':ab,ti OR 'intensive training':ab,ti OR 'intensive therapy':ab,ti OR 'intensive exercise':ab,ti OR 'rehabilit*':ab,ti OR 'walk* training':ab,ti OR 'mobility training':ab,ti) AND ('gait':ab,ti OR 'walking':ab,ti OR 'walking speed':ab,ti OR 'walking distance':ab,ti OR 'ambulation':ab,ti OR 'running':ab,ti OR 'locomotion':ab,ti OR 'locomotor activit*':ab,ti OR 'mobility':ab,ti OR 'posture transfer':ab,ti OR 'lower extremity':ab,ti OR 'lower extremit*':ab,ti OR 'lower limb*':ab,ti) NOT ('adult':ab,ti OR 'adult*':ab,ti OR 'young adult':ab,ti OR 'aged':ab,ti OR 'elderly':ab,ti OR 'drug therapy':ab,ti OR 'pharmacology':ab,ti OR 'general surgery':ab,ti OR 'surger*':ab,ti)

3. Central/Cochrane Library (89 results):

#1: “child” OR “child*” OR “infant” OR “adolescent” OR “adolesc*” OR “teen*” OR “pediatric” OR “paediatric” OR “youth”

#2: “cerebral palsy” OR “cerebral pals*” OR “CP” OR “spastic hemiplegia” OR “spastic diplegia” OR “spastic triplegia” OR “hemiplegia” OR “quadriplegia” OR “bilateral” OR “unilateral” OR “little disease” OR “Leukomalacia, Periventricular” OR “neurodisabilit*”

#3: “Physical Therapy Modalities” OR “Physical Therap*” OR “Physiotherap*” OR “intensive training” OR “intensive therapy” OR “intensive exercise” OR “rehabilit*” OR “walk* training” OR “mobility training”

#4: “gait” OR “walking” OR “walking speed” OR “walking distance” OR “ambulation” OR “running” OR “locomotion” OR “locomotor activit*” OR “mobility” OR “posture transfer” OR “Lower Extremity” OR “lower extremit*” OR “lower limb*”

#5: #1 AND #2 AND #3 AND #4

#6: “adult” OR “adult*” OR “young adult” OR “aged” OR “elderly”

#7: “drug therapy” OR “Pharmacology” OR “general surgery” OR “surger*”

#8: #6 OR #7

#9: #5 NOT #8

4. SciELO Citation Index (Web of Science) (632 results):

#1: AB=(child OR child* OR infant OR adolescent OR adolesc* OR teen* OR pediatric OR paediatric OR youth)

#2: AB=(cerebral palsy OR cerebral pals* OR CP OR spastic hemiplegia OR spastic diplegia OR spastic triplegia OR hemiplegia OR quadriplegia OR bilateral OR unilateral OR little disease OR Leukomalacia, Periventricular OR neurodisabilit*)

#3: AB=(Physical Therapy Modalities OR Physical Therap* OR Physiotherap* OR intensive training OR intensive therapy OR intensive exercise OR rehabilit* OR walk* training OR mobility training)

#4: AB=(gait OR walking OR walking speed OR walking distance OR ambulation OR running OR locomotion OR locomotor activit* OR mobility OR posture transfer OR Lower Extremity OR lower extremit* OR lower limb*)

#5: #1 AND #2 AND #3 AND #4

#6: AB=(adult OR adult* OR young adult OR aged OR elderly OR drug therapy OR Pharmacology OR general surgery OR surger*)

#7: #5 NOT #6

5. CINAHL (EBSCO) (645 results):

AB (“child” OR “child*” OR “infant” OR “adolescent” OR “adolesc*” OR “teen*” OR “pediatric” OR “paediatric” OR “youth”) AND (“cerebral palsy” OR “cerebral pals*” OR “CP” OR “spastic hemiplegia” OR “spastic diplegia” OR “spastic triplegia” OR “hemiplegia” OR “quadriplegia” OR “bilateral” OR “unilateral” OR “little disease” OR “Leukomalacia, Periventricular” OR “neurodisabilit*”) AND (“Physical Therapy Modalities” OR “Physical Therap*” OR “Physiotherap*” OR “intensive training” OR “intensive therapy” OR “intensive exercise” OR “rehabilit*” OR “walk* training” OR “mobility training”) AND (“gait” OR “walking” OR “walking speed” OR “walking distance” OR “ambulation” OR “running” OR “locomotion” OR “locomotor activit*” OR “mobility” OR “posture transfer” OR “Lower Extremity” OR “lower extremit*” OR “lower limb*”) NOT (“adult” OR “adult*” OR “young adult” OR “aged” OR “elderly” OR “drug therapy” OR “Pharmacology” OR “general surgery” OR “surger*”)

Material Suplementar S2

Avaliações de mobilidade consideradas para a revisão

- **Análise da marcha**
 - Velocidade de caminhada
 - Cadência
 - Comprimento do passo e da passada
 - Tempo de suporte simples e duplo
 - Tempo de passo e passada
- **Oscilação do corpo (dados da plataforma de força)**
 - Oscilação anteroposterior e látero-lateral ;
- **Sistema de Posicionamento Global**
- **Teste de caminhada de 6 minutos**
- **Teste Timed Up and Go**
- **Teste de caminhada de 10 metros (velocidade rápida e autoselecionada)**
- **Teste de caminhada de 1 minuto**
- **5 vezes ou 30 segundos de sentar para levantar**
- **Teste de caminhada de 30 segundos**
- **Teste de alcance funcional (frontal e lateral)**
- **Teste de degrau lateral para baixo ou para cima**
- **Medida da função motora grossa (88 e 66)**
- **Questionário de mobilidade 28 ou 47**
- **Escala de desenvolvimento motor Peabody - Segunda edição (domínio de locomoção)**
- **Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade ou Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade-Teste Adaptativo por Computador (domínio de Mobilidade)**
- **Escala de equilíbrio pediátrica ou escala de equilíbrio de Berg**
- **Medida de Independência Funcional para Crianças (Domínio da Mobilidade)**
- **Teste de proficiência motora Bruininks–Oseretsky (domínios de velocidade de corrida e equilíbrio)**
- **Instrumento de coleta de dados de resultados pediátricos (domínio de transferência e mobilidade)**
- **Pontuação da ferramenta de avaliação de mobilidade de alto nível**
- **Autoeficácia na atividade física**
- **Teste de desafio**
- **ABILOKO**

Material Suplementar S3
Resultados detalhados em avaliações de mobilidade

Tabela 1. Medidas de resultados de mobilidade e resultados de intervenção

Autor	Medida de Desfecho	Ponto de tempo	Intervenção experimental			Intervenção controle (1)			Intervenção controle (2) †		
			n	significa r	DP	n	significa r	DP	n	significa r	DP
Ameer e outros, 2019	Cadência (passos/min)	B	10	101,3	0,40	10	106,3	6,09			
		P	10	113,2	6,76	10	106,7	6			
	Comprimento do passo (m)	B	10	0,40	0,06	10	0,348	0,073			
		P	10	0,49	0,09	10	0,352	0,075			
	Comprimento da passada (m)	B	10	0,83	0,15	10	0,69	0,16			
		P	10	0,97	0,18	10	0,7	0,15			
	Velocidade de caminhada (m/s)	B	10	0,72	0,1	10	0,61	0,13			
		P	10	0,83	0,13	10	0,65	0,16			
	Tempo (s) de suporte de membro único	B	10	0,39	0,06	10	0,37	0,05			
		P	10	0,47	0,04	10	0,4	0,06			
Aras et al., 2019	Velocidade de caminhada (m/s)	B	10	0,6	0,3	10	0,5	0,3	9	0,6	0,3
		P	10	0,7	0,3	10	0,6	0,3	9	0,6	0,3
		F	10	0,7	0,4	10	0,7	0,4	9	0,7	0,3
	Cadência (passos/minuto)	B	10	98	38,2	10	92,8	28,5	9	101,2	28,7
		P	10	98,1	42,5	10	102	25,3	9	108,3	29,5
		F	10	95,7	41	10	102,5	26,4	9	112	32,1

	Comprimento da passada (m)	B	10	0,7	0,2	10	0,6	0,2	9	0,6	0,3
		P	10	0,7	0,3	10	0,7	0,3	9	0,7	0,3
		Para	10	0,7	0,3	10	0,7	0,3	9	0,7	0,2
	Comprimento do passo (m)	B	10	0,4	0,2	10	0,3	0,1	9	0,3	0,1
		P	10	0,4	0,2	10	0,3	0,1	9	0,4	0,2
		Para	10	0,4	0,1	10	0,4	0,1	9	0,4	0,1
	Tempo de suporte único	B	10	0,5	0,2	10	0,4	0,1	9	0,4	0,2
		P	10	0,4	0,1	10	0,4	0,1	9	0,4	0,1
		Para	10	0,5	0,1	10	0,5	0,1	9	0,4	0,1
	Tempo de suporte duplo	B	10	0,6	0,6	10	0,5	0,4	9	0,5	0,6
		P	10	1	1,6	10	0,4	0,3	9	0,5	0,6
		Para	10	0,9	1,6	10	0,3	0,2	9	0,4	0,4
	Tempo de passo	B	10	0,7	0,4	10	0,7	0,2	9	0,7	0,4
		P	10	0,9	0,9	10	0,6	0,2	9	0,6	0,3
		Para	10	0,9	0,9	10	0,6	0,2	9	0,6	0,3
	Tempo de passada	B	10	1,5	1,8	10	1,4	0,4	9	1,4	0,9
		P	10	1,8	1,8	10	1,3	0,4	9	1,2	0,7
		Para	10	1,8	1,8	10	1,3	0,4	9	1,2	0,6
	Dimensão GMFM-66 D	B	10	75,3	16,6	10	73,8	17,2	9	80,9	7,5
		P	10	80	13,5	10	77,4	15,9	9	84,4	6,1
		Para	10	80	13,5	10	77,4	15,9	9	84,4	6,1

	Dimensão GMFM-66 E	B	10	75,2	14,4	10	77,4	16,9	9	79,2	8,6	
		P	10	77,9	13,4	10	79,8	15,51	9	82,9	7,5	
		Para	10	77,9	13,4	10	80	15,5	9	82,9	7,5	
	TC6 (m)	B	10	253,7	151,6	10	263,9	132,5	9	281,3	115,1	
		P	10	291,3	164,3	10	303,5	134,4	9	329,7	110,8	
		Para	10	302,3	156,3	10	309,1	134,2	9	339,6	123,3	
	Arnoni e outros, 2021	TUG (s)	B	11	8,4	0,99	11	8,35	1,53			
			P	11	7,36	0,83	11	9,74	1,8			
		Comprimento da passada (m)	B	11	0,98	0,09	11	0,93	0,1			
P			11	0,92	0,09	11	1	0,09				
Cadência (passos/minuto)		B	11	122,59	10,12	11	134,10	16,34				
		P	11	133,12	13,85	11	127,21	11,57				
Tempo de passada (s)		B	11	0,98	0,09	11	0,93	0,1				
		P	11	0,92	0,09	11	1	0,09				
Velocidade de caminhada (m/s)		B	11	0,69	0,2	11	0,72	0,2				
		P	11	0,9	0,26	11	0,86	0,07				
Badaru et al., 2021		10MWT (m/s)	B	23	0,6	0,2	23	0,6	0,2			
	P		21	1	0,3	20	0,8	0,3				
	Para		20	1	0,3	19	0,8	0,3				
	MobQues28	B	23	69,15	17,32	23	67,03	10,49				
		P	21	86,16	7,2	20	71,09	13,58				

Bar- haim et al., 2010	GMFM-66 total	Para	20	86,7	6,86	19	67,47	11,76
		B	38	60,4	9,3	38	59,5	9,6
		P	38	62,7	9,8	38	62	10,7
Baxter e outros, 2019	Dimensão GMFM-66 D	Para	34	63	9,9	31	61,4	9,8
		B	9	10,4	2,4	10	7,4	7,2
		P	9	15,6	5,9	10	12,7	9,7
		Para (1moPI)	9	18,7	7,5	10	17,1	8,8
	Dimensão GMFM-66 E	Para (4moPI)	9	23,1	10,9	10	21,3	9,3
		B	9	7,7	3	10	5,2	5
		P	9	9,8	2,9	10	8,6	5,6
		Para (1moPI)	9	11,8	4,1	10	10,9	6,6
		Para (4moPI)	9	16,2	5,9	10	14,1	7,7
	Dimensão de locomoção PDMS-2	B	9	54,3	4,5	10	50,4	11
		P	9	60	6,6	10	57,1	12,3
		Para (1moPI)	9	62,7	7,9	10	61,9	10,3
		Para (4moPI)	9	68,4	12,5	10	66,7	10,5
	10MWT_SS (minuto)	B	9	77	33	10	92	74
		P	9	52	51	10	56	48
		Para (1moPI)	9	49	47	10	39	30
		Para (4moPI)	9	30	21	10	50	57
	1minWT	B	9	8,2	4,3	10	8,1	4,4

Bjornson e outros, 2018	Domínio de mobilidade PEDI	P	9	16,5	7,8	10	15,9	9,2
		Para (1moPI)	9	20,6	9,7	10	17,9	9,5
		Para (4moPI)	9	23,6	11,6	10	24,6	18
		B	9	17,6	4,3	10	16,4	7,5
		P	9	23	5,3	10	20,2	8,1
		Para (1moPI)	9	24,4	5,3	10	24,9	7,1
		Para (4moPI)	9	31,6	8	10	29	8
	TUG (s)	B	6	12,3	5,67	6	8,9	4,12
		P	6	10,47	6,18	6	7h45	2,78
	10MWT_SS (m/s)	B	6	0,79	0,35	6	1,2	0,23
		P	6	0,98	0,41	6	1,12	0,2
	10MWT_F (m/s)	B	6	1,1	0,43	6	1,5	0,28
		P	6	1,19	0,47	6	1,5	0,28
		B	10	55	5,9	10	55	8,7
Bleyenheuft e outros, 2017	GMFM-66 total (%)	P	10	58	6,2	10	56	7,6
		Para (3moPI)	10	62	6,4	10	57	6,6
		B	10	190	108,5	10	194	101,1
	TC6 (m)	P	10	226	100,8	10	180	111,1
		Para (3moPI)	10	236	105,1	10	236	105,1
		B	10	33	17,5	10	30	23,9
	PBS	P	10	43	20,1	10	27	22,2

			Para (3moPI)	10	42	21,3	10	26	23,2		
Bryant e outros, 2012	GMFM-66 (pontuação)		B	12	34,5	10,2	12	34,1	10,2	11	39,4
			P ‡	9	1,5	5,3	11	0,3	2,5	11	1
			Fo (6wPI) ‡	9	-1	4,7	10	-0,7	3,1	10	-0,4
			Fo (12wPI) ‡	10	-1,6	5,6	12	-1,3	4,1	9	-0,2
	Dimensão D do GMFM-88 (pontuação)		B	12	2,5	2,8	12	1,7	2,5	11	1,5
			P ‡	9	3,7	4,4	11	0,5	1,9	11	5,9
			Fo (6wPI) ‡	9	-2,9	4,8	10	0	1,2	10	-3,5
			Fo (12wPI) ‡	10	-3,9	4,4	12	0,2	0,8	9	-2,3
	GMFM-88 Dimensão E (pontuação)		B	12	2,6	4,7	12	2,4	4,4	11	1,7
			P ‡	9	1,1	2	11	0,2	1,8	11	2,5
			Fo (6wPI) ‡	9	-1,5	1,8	10	0,6	2,2	10	-1,5
			Fo (12wPI) ‡	10	-1,7	1,8	12	-0,7	2,5	9	-1,5
Chaovalit e outros, 2021	Domínio de mobilidade		B	19	14,4	4,5	19	14,3	4,8		
			P	19	17,1	5	19	14,7	4,8		
	Pontuação total do WeeFIM		B	19	32,9	8,5	19	31,6	8,9		
			P	19	38,1	9,5	19	33	8,9		
	FTSST(s)		B	19	32	7,4	19	36,9	8,5		
			P	19	28,9	7,7	19	38	9,2		
Chen e outros, 2012	BOTMP corrida (velocidade)		B	13	6,3	6,2	15	2,8	3		
			P	13	5,5	6,2	15	2,5	4		

Chen e outros, 2013	BOTMP equilíbrio	B	13	6,4	6,1	15	5,7	6,4
		P	13	7,2	10	15	3,6	3,6
	Coordenação bilateral	B	13	10,4	5,5	15	9,1	5,2
		P	13	12,5	5,8	15	11,1	5,7
	Força BOTMP	B	13	7,8	5,3	15	5,3	4,9
		P	13	9	6,1	15	5,7	4,2
	GMFM-66 total	B	13	82,2	12,8	14	77,5	9,4
		P	13	84,2	11,7	14	81	8,8
	GMFM-88 total	B	13	69,98	21h55	12	68,15	27,15
		P	13	71,78	21,05	12	63,48	27,48
	F-FRT (cm)	B	13	21,62	6,87	12	28,17	14,49
		P	13	26,65	7,92	12	25,37	10,2
Cho & Lee 2020	S-FRT (cm)	B	13	11,57	5,72	12	15,52	10,43
		P	13	16,21	5,37	12	15,95	8,266
	Dimensão GMFM D e E (média%)	B	11	67,81	18,22	11	64,45	18,61
		P	11	71,68	17,68	11	65,13	16,53
	Velocidade de caminhada (m/min)	B	11	49,53	14	11	46,38	10,75
		P	11	59,79	8,95	11	46,86	10,25
	GMFM-66 total (%)	B #	8	73,1	[70,	7	71,2	[62,3,
					76,8]			75,7]
Crisagis e outros 2012								
Crompton e outros 2007								

	P #	8	72,6	[70, 79,9]	7	71,4	[62,2, 79,7]
	Fo (6wPI) #	8	72,6	[71,7, 80,9]	7	72,5	[64, 79,1]
Dimensão D GMFM-66 (%)	B #	8	82,1	[76,9, 87,2]	7	78,2	[67,3, 82,1]
	P #	8	84,6	[79,5, 92,3]	7	79,5	[67,3, 85,9]
	Fo (6wPI) #	8	87,2	[79,5, 92,3]	7	83,3	[75,6, 86,5]
Dimensão E GMFM-66 (%)	B #	8	83,3	[79,2, 94,4]	7	79,9	[51, 88,5]
	P #	8	83,3	[76,4, 93,1]	7	79,2	[48,6, 92,7]
	Fo (6wPI) #	8	80,6	[77,8, 94,4]	7	79,2	[49,5, 91,9]
TUG (S)	B #	8	9,33	[6,91, 11,53]	7	8h45	[7,73, 13,34]
	P #	8	7,93	[6,82, 8,89]	7	8,43	[6,27, 12,16]

	10minWT (m)	Fo (6wPI) #	8	7,77	[6,43, 8,67]	7	8,83	[6,46, 12,25]
		B #	8	714	[621, 871]	7	677	[569, 820]
		P #	8	803	[676, 836]	7	698	[579, 798]
		Fo (6wPI) #	8	680	[602, 836]	7	670	[575, 749]
Damiano et al., 2017	Velocidade de caminhada (m/s)	B	12	0,81	0,29	13	0,92	0,24
		P	12	0,81	0,31	14	1,01	0,19
		Para (3moPI)	5	0,71	0,46	12	1,00	0,23
	Velocidade de caminhada_F (m/s)	B	10	1,18	0,19	13	1,34	0,33
		P	10	1,18	0,44	13	1,39	0,31
		Para (3moPI)	3	1,19	0,56	11	1,38	0,34
	PODCI Global	B	13	62,54	12,37	14	75,79	12,78
		P	12	62,58	14,17	13	76,31	14,01
		F (3moPI)	6	63,17	16,79	12	81,58	8,16
	Transferências PODCI	B	13	67,92	20,29	14	85,14	17,84
		P	12	66,42	25,85	13	86,15	16,91
		Para (3moPI)	6	63,17	28,27	12	91,00	12h40
	Mobilidade PEDI-CAT	B	13	44,21	7,51	14	50,20	8,31

		P	12	44,25	7,97	14	50,67	8,51
		Para (3moPI)	6	43,62	10,43	12	53,09	6,26
	Elíptico cadência_SS	B	13	23,19	28,54	14	53,87	22,64
		P	13	35,03	29,91	14	84,46	22,93
		Para (3moPI)	3	64,87	44,86	12	82,46	24,56
	Elíptico cadência_F	B	13	29,94	38,69	14	77,93	34,77
		P	13	42,54	40,84	14	119,20	36,01
		Para (3moPI)	2	106,93	68,40	12	122,43	33,12
	Cadência do ciclo_SS	B	13	87,53	34,40	14	116,70	15,93
		P	13	114,81	28h45	14	128,95	32,02
		Para (3moPI)	6	107,31	34,38	12	124,89	26,66
	Cadência do ciclo_F	B	13	113,12	50,12	14	175,34	32,95
		P	13	155,77	51,06	14	186,36	42,96
		Para (3moPI)	6	146,11	43,78	12	178,84	45,37
Fowler e outros, 2010	Dimensão GMFM-66 D e E	B	29	69,6	(65,4-73,8)	29	68,8	(64,5-73,0)
	30sWT (m/min)	P	29	70,8	(66,6-74,9)	29	69,3	(65,4-73,3)
		B	29	66,9	(58,6-75,1)	29	58,7	(51,0-66,5)

Franki e outros, 2015	Teste de caminhada e corrida de 600 jardas	P	29	68	(60,4-75,7)	29	62,1	(54,4-69,8)
		B	27	85	(69,7-100,4)	28	81,6	(65,9-97,4)
		P	27	90,6	(75,4-105,7)	28	84,1	(67,6-100,7)
		B	23	78,1	16,4	17	76,3	14,5
	Dimensão GMFM-88 D	P	20	80,1	16	17	77,8	13,9
		B	23	66,9	28,8	17	65,1	26,4
	Dimensão GMFM-88 E	P	20	74	26,9	17	66,5	22,7
		B	23	53,7	29,3	17	46	23,9
	GPS	P	20	56,5	29,7	17	48,7	24,9
		B	23	11,6	3,2	17	14,5	13,1
Gibson e outros, 2018	HiMAT	P	23	12,3	5,4	17	12,2	7,3
		B	21	25,8	12,7	21	25,7	10,6
	Tempo de resposta (mínimo)	P	21	28,2	12,3	21	27,4	11,9
		B	21	7,2	4,1	21	6,5	4,1
Goswami e outros, 2021	TC6 (m)	P	21	8,8	5,3	21	7,1	3,9
		B [#]	30	227,5	[168,8, 340]	29	243	[142,5, 350]

Grecco outros, 2013_1	e	10MFWT (s)	P ^{##}	30	3	[-6, 6]	29	-6	[-12,5, 0,25]
			B [#]	30	9	[6,6, 14,1]	29	8,4	[6,9, 13,1]
		Dimensão GMFM-88 D e E	P ^{##}	30	0,4	[-0,1, 1,2]	29	0,2	[-0,6, 0,7]
			B [#]	30	50,9	[41,2, 68,5]	29	51,5	[42,1, 70,2]
		Oscilação no COP AP-EO (cm)	P ^{##}	30	0	[0, 0,7]	29	0	[0, 0,9]
			B	7	1,1	(1,0-1,2)	7	1,1	(1,0- 1,2)
		Oscilação no COP AP-CE (cm)	P	7	1	(1,0-1,1)	7	1	(1,0- 1,1)
			B	7	1,4	(1,1-1,7)	7	1,2	(1,1- 1,2)
		Oscilação no COP ML-EO (cm)	P	7	1,3	(1,0-1,6)	7	1,1	(1,1- 1,1)
			B	7	4,2	(3,4-5,0)	7	3,6	(2,3- 5,0)
			P	7	2,1	(0,8-3,5)	7	3,9	(3,4- 4,4)

Grecco outros, 2013_2	e	Oscilação no COP ML-CE (cm)	B	7	5	(4,5-5,5)	7	4,2	(2,6- 5,9)
			P	7	3,5	(1,6-5,3)	7	4,1	(1,6- 5,3)
		BBS	B	7	30,4*	(23,8- 36,9)*	7	30,6*	(24,8- 37,1)*
			P	7	45,3*	(36,3- 53,8)*	7	34,2*	(29,1- 39,1)*
		TC6 (m)	B	17	227,4	49,4	17	222,6	42,6
			P	17	377,2	93	17	268	45
			F (4wPI)	16	360,2	86,1	17	257,6	45,8
		TUG (S)	B	17	14,3	2,9	17	12,8	2,2
			P	17	7,8	2,2	17	10,5	2,5
			Fo (4wPI)	16	8,6	2,2	17	11,2	2,5
	Mobilidade PEDI		B	17	33	8,7	17	30,3	9,8
			P	17	44,9	7,7	17	33,8	8,6
			Fo (4wPI)	16	43,8	7,1	17	32,5	8,5
	PEDI total		B	17	128	19,9	17	120,8	19
			P	17	139	18,4	17	125,8	16,2
			Fo (4wPI)	16	140,8	16,9	17	123,8	17,4
	GMFM-88 total (%)		B	17	81,6	8,7	17	77,3	7

	P	17	93	5,7	17	80,8	7,2
	Fo (4wPI)	16	91,7	5	17	80,7	7,5
	B	17	60,5	18,7	17	54,2	18,2
Dimensão D GMFM-88 (%)	P	17	84,4	16,8	17	61,9	14,8
	Fo (4wPI)	16	82,4	15,8	17	61,4	14,7
	B	17	72,1	16,8	17	61,6	11,5
Dimensão E GMFM-88 (%)	P	17	92,3	10	17	69,4	12,5
	Fo (4wPI)	16	91,8	9,5	17	68,6	12
	B	17	34,9	8,5	17	31,9	7
BBS	P	17	46,7	7,6	17	35,7	6,8
	Fo (4wPI)	16	46,2	7,4	17	35,6	5,2
	B	17	1,4	0	17	1,1	0
Oscilação no COP AP-EO (cm)	P	17	1	0	17	1	0
	Fo (4wPI)	16	1,7	0,5	17	1,1	0
	B	17	1,4	0,3	17	1,2	0
Oscilação_AP_EC	P	17	1,2	0	17	1,1	0
	Fo (4wPI)	16	1,3	0,3	17	1,1	0
	B	17	3,7	1,4	17	3,6	1,3
MP_oscilação_EO	P	17	3,6	1,3	17	3,8	0,6
	Fo (4wPI)	16	2,7	1,1	17	3,6	0,7
	B	17	4,8	0,6	17	4,6	1,4
MP_oscilação_EC	B	17	4,8	0,6	17	4,6	1,4

Gurusamy e outros, 2022			P	17	4,6	1,4	17	3,8	1
			Fo (4wPI)	16	3,5	1,4	17	4,1	0,7
	Dimensão D do GMFM-88 (pontuação)		B	20	69,1	11,4	20	70,4	10,6
			P	20	79,4	10,6	20	72,3	10,4
			Fo (8wPI)	20	75,1	9,7	20	71,1	10,5
	GMFM-88 Dimensão E (pontuação)		B	20	59,5	13,9	20	59,7	13,8
			P	20	73,6	13,3	20	61,88	13,6
			Fo (8wPI)	20	68,9	14,1	20	60,3	13,7
	GMFM-88 total (pontuação)		B	20	64,3	12,4	20	64,9	7,3
			P	20	76,5	11,6	20	67,1	6,8
			Fo (8wPI)	20	71,9	11,6	20	65,7	7,1
	TC6 (m)		B	10	580,53	119,49	8	533,4	162,45
			P	10	565,52	105,66	8	565,64	144,82
			Fo (16wPI)	10	605,19	100,98	8	564,24	131,4
	Desafio		B	10	57,95	11,21	8	52,53	14,26
			P	10	60,47	9,88	8	54,8	13,82
			Fo (16wPI)	10	60,85	11,02	8	54,61	14,5
Hilderley e outros, 2020	Teste de degrau lateral		B	10	19,4	10,9	8	16,5	11,93
	Perna dominante		P	10	23,1	14,47	8	16,37	12,97
			Fo (16wPI)	10	21,7	12,82	8	17	13,94
	Teste de degrau lateral		B	10	19,3	11h44	8	13,88	9,46

	Perna não dominante	P	10	20,7	14,72	8	15,62	11,53			
		Fo (16wPI)	10	20,4	11,51	8	16,62	14,36			
	PA-SE (%)	B	10	58,3	22,6	7	66,86	14,97			
		P	10	63,6	18,3	7	60,2	26,32			
		Fo (16wPI)	10	61,2	26,16	7	69,86	31,48			
Hurd e outros, 2022	GMFM-66 total	B	12	46,26	8,90	13	53,66	10,58	9	51,78	13,29
		P	12	52,88	8,10	13	57,56	9,79	9	56,37	11,56
Johnston e outros, 2011	Total de GMFM	B	14	62,7	17,5	12	58,4	26,9			
		P	14	63,3	16,2	12	60,1	25,1			
	Velocidade de caminhada (m/s)	B	14	0,5	0,26	12	0,44	0,35			
		P	14	0,62	0,31	12	0,5	0,39			
	Cadência (passos/min)	B	14	76,9	33,9	12	53,3	24			
		P	14	82,2	38,2	12	60,7	26,8			
	Comprimento da passada (m)	B	14	0,71	0,27	12	0,61	0,29			
		P	14	0,68	0,29	12	0,55	0,29			
Jung e outros, 2020	PBS (pontuação)	B	5	31	6,2	5	33,4	10,14			
		P	5	47,8	4,76	5	35,8	10,13			
	Velocidade de caminhada (cm/s)	B	5	72,18	22,26	5	85,02	34,07			
		P	5	88,06	16,4	5	85,04	24,02			
	Cadência (passos/minuto)	B	5	107,24	3,8	5	112,62	23,04			
		P	5	115,38	14,3	5	110,24	8,54			

Kimoto e outros, 2019	Comprimento do passo	B	5	37,63	12,88	5	46,85	12
		P	5	41,31	8,87	5	43,91	8,63
	Comprimento do passo	B	5	44,15	14,95	5	40,69	10h45
		P	5	49,68	9,92	5	47,69	14,18
	Comprimento da passada direita (m)*	B	5	82,39	27,78	5	87,92	20,84
		P	5	91,34	15,58	5	91,46	20,85
	Comprimento da passada esquerda (m)*	B	5	81,65	26,74	5	88,59	20,6
		P	5	91,42	16,03	5	92,31	21,64
	Tempo de suporte único	B	5	0,36	0,04	5	0,37	0,04
		P	5	0,36	0,04	5	0,36	0,02
	Tempo de suporte único	B	5	0,35	0,07	5	0,36	0,1
		P	5	0,36	0,02	5	0,37	0,01
	Tempo de suporte duplo	B	5	0,42	0,11	5	0,36	0,16
		P	5	0,33	0,1	5	0,36	0,07
	Tempo de suporte duplo	B	5	0,41	0,13	5	0,37	0,17
		P	5	0,34	0,1	5	0,35	0,07
	Velocidade de caminhada (m/min)	B	10	68,8	13,6	11	65,9	13,8
		P	10	76,99	7,0	11	67,5	10,4
		Fo (8wPI)	10	77,11	16,3	11	65,7	11
	Comprimento do passo (m)	B	10	0,5	0,096	11	0,498	0,091
		P	10	0,535	0,091	11	0,506	0,070

		Fo (8wPI)	10	0,545	0,091	11	0,501	0,071
	Cadência (passos/min)	B	10	141,23	15,0	11	133	15
		P	10	148,78	20,0	11	135	17
		Fo (8wPI)	10	143,95	13,0	11	132	15
	1-RM STS (kg)	B	10	5,9	3,9	11	9,2	10
		P	10	10,25	8,0	11	10,8	10,3
		Fo (8wPI)	10	9,2	9,5	11	10,5	9,4
Ko et al., 2019	Dimensão GMFM-88 D	B	9	74,4	16,1	9	73,1	17,7
		P	9	77,8	14,7	9	74,5	16
	Dimensão GMFM-88 E	B	9	54,6	15	9	54,1	14,9
		P	9	59,4	16,5	9	57,2	15,5
	Mobilidade PEDI	B	9	47,1	7,7	9	47,4	8,4
		P	9	50,9	8,5	9	49,9	8,7
Kusumoto e outros, 2016	TC6 (m)	B	8	406	113	8	413	139
		P	8	461	139	8	446	114
Lee e outros, 2015	GMFM-88 total	B	13	78	19,1	13	79,1	14,7
		P	13	81,9	16,1	13	81,3	14,3
	MobQue47	B	13	55,7	29,9	13	48,3	26,9
		P	13	66,9	26,7	13	51,5	25,7
Lee e outros, 2008	Dimensão GMFM-88 D	B	9	73,5	25,7	8	74,5	23,7
		P	9	73,7	26,6	8	74,6	23,7

	F (6wPI)	9	73,8	26,6	8	75,4	22,7
Dimensão GMFM-88 E	B	9	61,6	34,1	8	61,4	33,9
	P	9	62,7	34,1	8	61,4	33,9
	Fo (6wPI)	9	63	34,4	8	61,8	34
GMFM-88 total	B	9	86,5	13,3	8	85,2	13,4
	P	9	86,9	13,4	8	85,4	13,5
	Fo (6wPI)	9	87	13,5	8	85,7	13,3
Número de subidas laterais durante 30 minutos	B	9	6,4	4,1	8	6,6	4,7
	P	9	9,3	4,8	8	8,5	4,7
	Fo (6wPI)	9	9,5	5,3	8	8,3	5,2
Número de agachamentos para ficar em pé durante 30 minutos	B	9	11,6	6	8	13,8	5,6
	P	9	13,2	5,4	8	14,1	5,8
	F (6wPI)	9	13,7	5,9	8	14,4	5,9
Velocidade de caminhada (cm/s)	B	9	54,7	30,7	8	69,8	43
	P	9	74,6	38,7	8	68,2	42,9
	F (6wPI)	9	78,2	39,3	8	67,8	37,2
Comprimento da passada (cm)	B	9	62,5	21,8	8	70	32,1
	P	9	80	26,4	8	68,3	24,6
	Fo (6wPI)	9	83,9	28,6	8	71,3	22,9
Cadência (passos/min)	B	9	106,8	37,1	8	107,9	48,4
	P	9	109,7	26	8	101,1	47,4

Liao et al., 2007		Fo (6wPI)	9	112,9	19	8	105,3	36,4
	Tempo de suporte único (%)	B	9	35,8	10	8	38,2	9,2
		P	9	39,3	11	8	36,5	12,1
		Fo (6wPI)	9	38,1	12,1	8	36,2	7,3
	Tempo de suporte duplo (%)	B	9	22	11,9	8	23,7	17,6
		P	9	15,8	12,9	8	27	22,7
		Fo (6wPI)	9	18,1	12,9	8	27,6	14,1
	GMFM-88 total (%)	B	10	76,6	4,4	10	83,1	3,2
	Dimensões D e E	P	10	79,8	4,1	10	83,5	2,8
	Velocidade de caminhada (m/min)	B	10	56,9	5,1	10	63,8	3
		P	10	58,4	5	10	62	2,6
	1-RM STS (kg)	B	10	9,6	1,6	10	11,3	1,8
		P	10	13,5	1,9	10	12,2	2
Mitchell e outros, 2016	TC6 (m)	B	51	366	70,8	50	382	85,8
		P	46	404,4	68,9	43	374	64,9
	STS de 30'	B	51	12,4	3,9	50	12,7	3,7
		P	46	15,3	4,4	43	12,7	3,1
	30s de passo lateral para cima usando um passo de 20 centímetros, perna dominante	B	51	13,3	7,4	50	13,8	6,2
		P	46	19,4	8	43	14,1	5,4
		B	51	12	7,9	50	11,9	6,7

Ogwumike e outros, 2019	30s de subida lateral usando um degrau de 20 centímetros - perna não dominante	P	46	18,5	8,1	43	12,1	5,5
	30s de meio-ajoelhado para ficar em pé para a perna dominante	B	51	3,3	3,5	50	4,7	4,8
		P	46	5,6	5,5	43	4,2	4,1
	30s de meio-ajoelhado para ficar em pé para a perna não dominante	B	51	2,5	3,1	50	3,8	4,4
		P	46	4,5	4,9	43	3,6	4,6
	MobQues28	B	49	89,6	10,9	50	90,5	7,7
		P	47	90,8	9,4	43	90,4	11,4
	Dimensões GMFM-66 D e E (%)	B &	20	71,3	28,3	19	62,5	22,4
		P &	20	88,8	9,4	19	75,5	18,5
		Fo (6wPI) ^c	20	88,8	98,3	19	76,8	18,7
	TUG (S)	B	23	15,1	8,6	23	14,7	10,4
		P	21	9,4	4,5	20	13,6	6,9
		Fo (6wPI)	20	9,5	4,6	19	13,2	5,8
	TC6 (m)	B	8	299,11	56,4	7	295,84	96,8
		P	8	349,5	60,7	7	299,5	88,8
Peungsuwan et al., 2017	30s STS (repetição)	B	8	8,38	2,1	7	8,14	3,1

Ren et al., 2016	10MWT (m/s)	P	8	11,13	2,4	7	8,43	1,8
		B	8	1	0,2	7	1,11	0,2
	TUG (S)	P	8	1,11	0,2	7	0,99	0,2
		B	8	10,1	3,1	7	11,6	3
	TRF (cm)	P	8	9,5	3,9	7	11,7	3,4
		B	8	7,1	1,88	7	7,2	1,8
	Dimensão GMFM-88 D	P	8	8,9	2,7	7	7,3	2
		B	19	16	4	16	14	5
	Dimensão GMFM-88 E	P	19	26	6	16	23	5
		B	19	34	6	16	27	5
	BBS	P	19	40	11	16	27	5
		B	19	33	5	16	31	4
	posturografia estática	P	19	43	6	16	38	8
		B	10	137,67	179,52	10	137,66	96,06
	EO (mm/ seg)	P	9	83,06	67,73	9	127,93	86,36
	posturografia estática	B	10	131,29	186,32	10	120,33	76,32
	CE (mm/ seg)	P	9	86,92	70,69	9	136,93	110,62
	PBS (pontuação)	B	10	15,7	14,77	10	20,44	19,1
Sajan e outros, 2016	Velocidade de caminhada (m/min)	P	9	18,7	16,33	9	25	17,71
		B	10	12,61	19,73	10	23,89	33,23
		P	9	20,61	28,42	9	34,31	39,98

Salem e outros, 2009	Resistência à caminhada em	B	10	131,1	178,5	10	151	170,76
	SS durante 1 min (m)	P	9	217,2	200,03	9	317,22	313,42
	Dimensão D GMFM-88 (%)	B	5	62,02	25,24	5	64,6	26,07
		P	5	73,3	25,04	5	69,7	24,97
	Dimensão E GMFM-88 (%)	B	5	45,62	31,57	5	49,42	25,42
		P	5	54,66	31,9	5	53,3	25,62
	TUG (S)	B	5	19,8	11,32	5	25,4	13,37
		P	5	15,67	10,83	5	23,6	13,09
	TC6 (m)	B	20	467	90	20	478	106
		P	20	469	101	18	479	117
Saussez et al., 2023		Para (3moPI)	19	483	106	16	518	120
	ABILOCO-Crianças	B	20	2,7	1,7	20	3,2	1,8
		P	20	3,2	1,7	18	4,1	2,1
		Para (3moPI)	19	3,3	1,8	16	3,8	2,1
	GMFM-66 total	B	24	76,1	12,8	23	71,8	12,5
		P	24	76,1	11,8	24	73,1	12,4
		Fo (6wPI)	24	76,6	13	24	72,7	12,8
	30s STS (repetições)	B	24	12,9	2,8	23	10,8	3
		P	24	13,6	3	24	12,7	4,3
		Fo (6wPI)	24	14,3	2,9	23	12,7	4,6
Scholtes e outros, 2010		B	23	15,6	4	23	13,3	5,4

Schranz et al., 2018	30s (repetições)	Lateral	Step-Up	P	24	17	5,1	23	15,4	4,3
				Fo (6wPI)	24	17,5	4,8	24	15,8	6,6
				B	22	68,42	20,93	22	64,77	26,26
	MobQues28			P	23	67,51	24,58	23	66,43	25,95
				Fo (6wPI)	21	70,03	23,49	17	67,49	20,33
				B	15	7,5	1,3	12	10,3	4,2
	TUG (S)			P	11	7,6	1	11	9,1	2,1
				Fo (16wPI)	11	7,6	1,2	11	8,5	1,9
				B	15	567,5	64,6	12	514,2	55,9
	TC6 (m)			P	11	573,1	58,1	11	518,8	48
				Fo (16wPI)	11	561,2	65,3	11	496,3	65
				B	15	8,8	3	12	8,8	3,3
	GPS (graus)			P	11	9,5	2,8	11	9,2	3,4
				Fo (16wPI)	11	8,2	2,4	11	8,7	3,7
				B	15	7,9	2,3	12	12,6	3,8
	TST (s)			P	11	7,4	2	11	10,8	4
				Para (16 wpi)	11	7,7	2,6	11	11,9	6,3
				B	12	71,31	17,37	12	76,11	18,39
Surana et al., 2019	1minWT (m)			P	12	80,98	20,63	12	70,29	19,33
				Fo (6moPI)	9	82,18	26,63	12	76,48	17,26
				B	12	1,07	0,2	12	1,04	0,27
	10MWT_SS (m/s)			B	12	1,07	0,2	12	1,04	0,27

Swe et al., 2015	10 MWTF (m/s)	P	12	1,18	0,25	12	1,11	0,2
		Fo (6moPI)	9	1,22	0,24	12	1,14	0,23
		B	12	1,53	0,31	12	1,48	0,28
	30 s de elevação da cadeira (repetições)	P	12	1,65	0,33	12	1,52	0,28
		Fo (6moPI)	9	1,7	0,39	12	1,56	0,29
		B	12	17,25	6,25	12	13,42	5,12
	Posição de perna única no lado afetado (s)	P	12	22,33	6,69	12	14,75	5,01
		Fo (6moPI)	9	18,89	4,11	12	15,67	5,58
		B	12	2,41	2,49	12	2,17	3,04
	ABILOKO-Crianças	P	12	5,87	5,66	12	1,6	1,15
		Fo (6moPI)	9	4,45	2,92	12	2,19	2,87
		B	12	2,93	1,11	12	3,1	1,21
	TC6 (m)	P	12	4,38	1,01	12	3,38	1,37
		Fo (6moPI)	9	4,17	0,78	12	3,45	1,13
		B	15	223,33	94,62	15	205	88,58
	10MWT_F (m/s)	P	15	250,6	110,86	15	249,27	107,8
		B	15	0,92	0,31	15	0,8	0,24
		P	15	1,082	0,35	15	0,97	0,29
	Dimensão D GMFM-88 (%)	B	15	66,07	22,28	15	64,53	16,29
		P	15	77,73	21,73	15	79,13	14,22
	Dimensão E GMFM-88 (%)	B	15	41,7	24,6	15	40,47	18,71

Uysal & Baltaci 2016 	Mobilidade PEDI PEDI Total PBS 10minWT (m) e outros, 2010 	P	15	54,13	28,25	15	56,33	23,05
		B	12	53,84	5,3	12	57,67	2,18
		P	12	55,75	4,07	12	58,5	1,56
		B	12	175,2	22,2	12	189,16	12,05
		P	12	180,5	19,92	12	192,91	10,43
		B	12	54,08	1,44	12	53,66	1,87
		P	12	55,75	0,45	12	53,91	1,62
		B	12	244,33	115,41	14	118,36	88,89
		P	12	219,38	123,71	14	135,82	95,65
		Fo (14wPI)	12	215,67	142,99	14	148,43	103,52
	10MWT_SS (m/s)	B	12	0,56	0,34	14	0,3	0,23
		P	12	0,56	0,39	14	0,34	0,27
		Fo (14wPI)	12	0,49	0,41	14	0,35	0,26

Legenda: n , frequência absoluta; %, frequência relativa; DP, desvio padrão; passos /min, passos por minuto; min, minutos; m, metros; B, linha de base; P, pós-intervenção; Fo , acompanhamento; m/s, metros por segundo; s, segundos; GMFM, Medida da Função Motora Grossa; Medida da Função Motora Grossa de 88 itens (GMFM-88); Medida da Função Motora Grossa de 66 itens (GMFM-66); TC6, teste de caminhada de 6 minutos; cm, centímetros ; AP, anteroposterior; ML, mediolateral ; cm2, centímetros quadrados ; 1-RM, 1 repetição máxima; STS, sessão de treinamento de força; kg, quilogramas; 30s STS, 30 segundos de sentar para levantar; NM, não mencionado; cm/s, centímetros por segundo; TUG, teste Timed Up and Go; TC10, teste de caminhada de 10 metros; 1minWT, teste de caminhada de 1 minuto; 10minWT, teste de caminhada de 10 minutos ; MobQues , questionário de mobilidade; Escalas Motoras de Desenvolvimento Peabody - Segunda Edição (PDMS-2); PEDI, Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade; PEDI-CAT, Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade - Teste Adaptativo por Computador; PBS, Escala de Equilíbrio Pediátrica ; moPI , meses pós-intervenção ; wPI , semanas pós-intervenção ; WeeFIM , Medida de Independência Funcional para Crianças; FTSST, Teste de Sentar e Levantar Cinco Vezes; BOTMP, Teste de Proficiência Motora de Bruininks – Oseretsky ; F-FRT, teste de alcance funcional para frente; S-FRT, teste de alcance funcional para frente; FRT, teste de alcance funcional para frente; PODCI, Instrumento de Coleta de Dados de Resultados Pediátricos ; 30sWT, Teste de Caminhada de Trinta Segundos; GPS, Sistema de Posicionamento Global; HiMAT , pontuação da Ferramenta de Avaliação de Mobilidade de Alto Nível; SRT, teste de corrida de 10 m; 10MFWT, teste de caminhada rápida de 10 metros; COP, centro de pressão; AP–EO, anteroposterior com olhos abertos; AP–EC, anteroposterior com olhos fechados; ML–EO, mediolateral com olhos abertos; ML–EC, mediolateral com olhos fechados; BBS, Escala de Equilíbrio de Berg; PA–SE, autoeficácia em atividade física; MobQues28, Questionário de mobilidade; rep, repetições ; EO, olhos abertos; EC, olhos fechados; TST, teste de escadas cronometradas; SS, Velocidade de caminhada autoselecionada; F, Velocidade de caminhada rápida.

* Calculado pelos autores

† Coletado de estudos com mais de 2 intervenções de controle

‡ Valores em % de variação; Mínimo e máximo

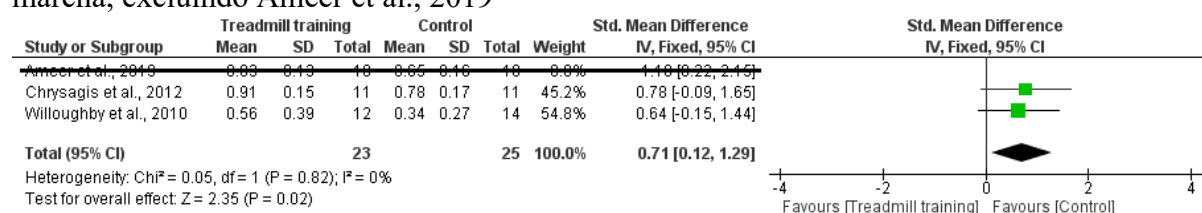
‡ Valores em mudança média; mudança de DP

Valores em mediana; Interquartil
Valores em mudança média; Interquartil
& Valores em mediana; Intervalo interquartil.

Material Suplementar S4

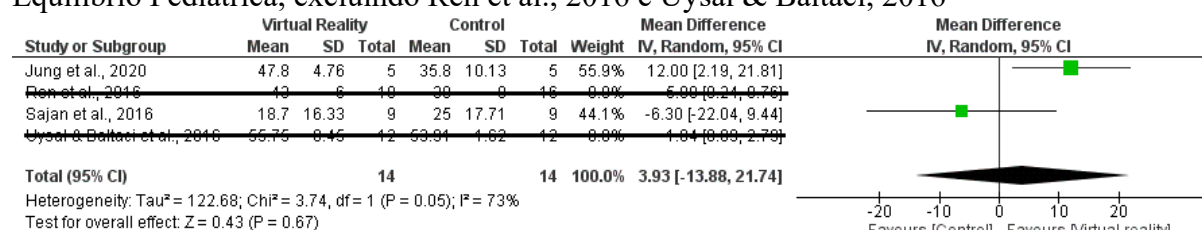
Análise de sensibilidade

Figura 1. Comparação do treino de esteira versus intervenção controle na velocidade da marcha, excluindo Ameer et al., 2019



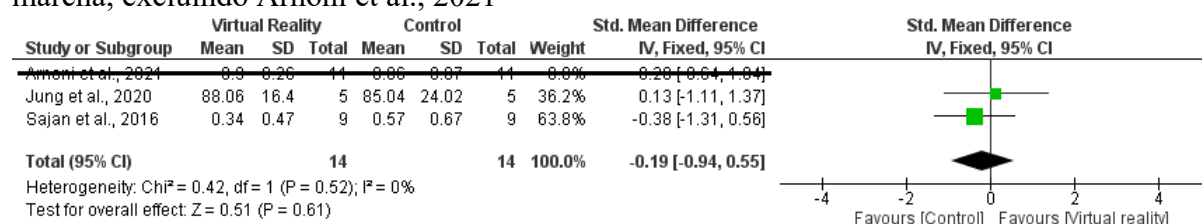
Legenda: SD, standard deviation; CI, confidence interval; p, p-value; IV, weighted mean difference; χ^2 , chi-square statistic; Z, Z statistic; df, degrees of freedom; I^2 , I-square heterogeneity statistic.

Figura 2. Comparação da realidade virtual versus intervenção controle na Escala de Equilíbrio Pediátrica, excluindo Ren et al., 2016 e Uysal & Baltaci, 2016



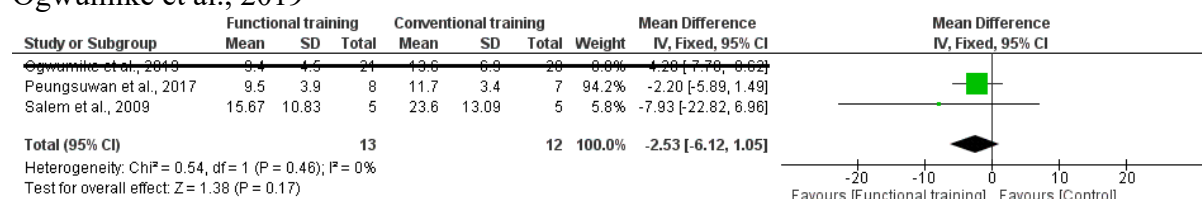
Legenda: SD, standard deviation; CI, confidence interval; p, p-value; IV, weighted mean difference; χ^2 , chi-square statistic; Z, Z statistic; df, degrees of freedom; I^2 , I-square heterogeneity statistic.

Figura 3. Comparação da realidade virtual versus intervenção controle na velocidade da marcha, excluindo Arnoni et al., 2021



Legenda: SD, standard deviation; CI, confidence interval; p, p-value; IV, weighted mean difference; χ^2 , chi-square statistic; Z, Z statistic; df, degrees of freedom; I^2 , I-square heterogeneity statistic.

Figura 4. Comparação do treino funcional versus intervenção controle no TUG, excluindo Ogumike et al., 2019



Legenda: SD, standard deviation; CI, confidence interval; p, p-value; IV, weighted mean difference; χ^2 , chi-square statistic; Z, Z statistic; df, degrees of freedom; I^2 , I-square heterogeneity statistic.

5.3. Estudo III

Efetividade Preliminar e Mecanismos de Ação de um Treino Intensivo de Mobilidade (Mob-IT): estudo de sujeito único

Isabella Pessóta Sudati, Luana Pereira Oliveira Gonçalves, Maria Julia Checo Melger, Natália Duarte Pereira, Daniela Godoi Jacomassi, Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha, Ana Carolina de Campos.

Manuscrito que será submetido ao *Physical Therapy and Rehabilitation Journal*

Fator de Impacto: 3,5

Qualis: A1

Versão em português com tabelas e figuras

Resumo

Objetivo: Este estudo explorou a efetividade preliminar e os mecanismos associados à mudança após o Treino Intensivo de Mobilidade (Mob-IT) no desempenho em mobilidade e atividade cerebral de crianças e adolescentes com paralisia cerebral (PC), descrevendo sistematicamente a implementação dos elementos do treino. **Métodos:** Este estudo de sujeito único com múltiplas linhas de base incluiu 9 crianças e adolescentes com PC (6 meninos), com idade média de 9,3 anos, classificadas no Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS) níveis I (n=3), II (n=3) e III (n=3). Os desfechos primários incluíram o Time Up and Go Test (TUG) e mudanças na concentração de hemoglobina cerebral mensuradas por meio da Espectroscopia Funcional no Infravermelho Próximo (fNIRS) durante a realização do teste TUG e manutenção da postura em pé. Os desfechos secundários incluíram a Medida da Função Motora Grossa (GMFM) - Basal & Ceiling; Challenge Test; Pediatric Evaluation of Disability Inventory Computer Adaptive Test (PEDI-CAT), domínio de mobilidade; Pontuações de desempenho e satisfação segundo a Medida Canadense de Desempenho Ocupacional (COPM), avaliações de cinemática da marcha (velocidade da marcha e cadência) e estabilometria (área de oscilação do centro de pressão durante a manutenção da postura em pé, com os olhos abertos e olhos fechados). A intervenção intensiva, orientada a tarefa e direcionada a objetivos, nomeada Mob-IT, incluiu 24 horas de treino, distribuídos três vezes na semana, duas horas por dia, durante 4 semanas. As atividades foram programadas de acordo com as metas dos participantes e seus cuidadores de forma a serem motivadoras e desafiadoras o suficiente para manter o engajamento do participante na intervenção. Os desfechos de mobilidade foram analisados de acordo com o método de 2 bandas de desvio-padrão e/ou de acordo com a mínima diferença clinicamente significativa, enquanto os efeitos da intervenção na atividade cerebral

foram processados usando a BrainAnalyzir toolbox, por meio de modelos mistos. **Resultados:** Foram observadas mudanças na mobilidade avaliadas pelo teste TUG, PEDI-CAT, velocidade e cadência da marcha, função motora grossa, e nos escores de desempenho e satisfação relacionados aos objetivos da intervenção. No nível do grupo, foi observada uma diminuição da demanda cerebral, através da mudança na concentração de oxihemoglobina e desoxihemoglobina para realização das tarefas de mobilidade, avaliada pelo TUG, e a manutenção da postura em pé, avaliada pela estabilometria. **Conclusão:** Os resultados mostram efeitos promissores e revelam mecanismos neurais e biomecânicos associados às mudanças na mobilidade. Futuros estudos com metodologias mais robustas são necessários para confirmar a efetividade da intervenção.

Introdução

A paralisia cerebral (PC) é resultado de uma lesão cerebral não progressiva que ocorre antes, durante ou após o nascimento, resultando em distúrbios de movimento e de postura e é frequentemente associada a comorbidades (1,2). As limitações motoras incluem a redução da mobilidade, que se manifesta de forma heterogênea, determinando níveis de função motora grossa que variam de discreta alteração da marcha até incapacidade de deambular (3–5).

Nos indivíduos com PC que são deambuladores, deficiências frequentemente relacionadas às limitações de mobilidade incluem as alterações espaço-temporais da marcha (6), como redução da velocidade e diminuição do comprimento da passada (7), maior oscilação do centro de pressão e padrões atípicos de ativação muscular para manutenção da estabilidade postural (8,9), as quais acarretam em aumento do risco de quedas em crianças com PC (10). Além disso, as crianças com PC apresentam maiores níveis de ativação cortical durante atividades motoras bilaterais, como o pedalar e a dorsiflexão bilateral (11), e durante a marcha (12,13). Estes estudos sugerem que, quando comparadas a seus pares típicos, as crianças com PC utilizam mais recursos neurais para a realização de tarefas motoras. Logo, conhecer as deficiências relacionadas às limitações de atividade pode não apenas contribuir para a identificação de alvos de intervenções de reabilitação, mas também para que sejam estudados os mecanismos de ação das intervenções propostas (14).

As diretrizes atuais recomendam a adoção de intervenções que promovam independência nas atividades de vida diária e participação para crianças com PC, incluindo a prática de atividades funcionais por meio de tarefas específicas (15,16). As intervenções devem incorporar princípios contemporâneos da aprendizagem motora, como alta repetição, realização de atividades com desafio progressivo e com a participação ativa dos clientes (17), priorizando o fornecimento de feedback extrínseco e a atenção ao contexto da tarefa (18), ingredientes que são contemplados no treino orientado à tarefa (TOT) (19). Além disso, é recomendada a definição de objetivos centrados no cliente (no caso, a criança e sua família), o que garante que as tarefas praticadas sejam relevantes para os principais interessados e favorece sua adesão (20).

Dentre as intervenções que incorporam vários destes elementos recomendados para crianças com PC, destaca-se o Hand-Arm Bimanual Intensive Training Including Lower Extremity (HABIT-ILE), um tipo de intervenção motora intensiva que inclui como objetivo primário o treinamento das extremidades superiores e como secundárias, o treinamento das extremidades inferiores (21). Estudos prévios evidenciam que tais intervenções promovem

melhoras em desfechos como destreza da mão dominante e atividades de vida diária (22), bem como função motora grossa e endurance durante a marcha (23).

Recentemente, um treino intensivo, orientado à tarefa e direcionado a objetivos foi desenvolvido para sanar as lacunas da literatura referente a treinos especificamente desenvolvidos para melhora da mobilidade em crianças e adolescentes com PC. O Treino Intensivo de Mobilidade (Mob-IT), assim denominado, objetiva abordar metas de mobilidade identificadas em conjunto com a criança e seus responsáveis. Nessa proposta terapêutica, ingredientes de aprendizagem motora foram incorporados, sendo que a criança pratica ativamente tarefas apresentadas de maneira lúdica para incentivar o engajamento e a motivação, e cujo nível de desafio progride de forma sistematizada, resultando em uma alta frequência de repetições e em uma dose suficiente para alcançar os objetivos pré-definidos (24).

Intervenções intensivas que incluem ingredientes contemporâneos de aprendizagem motora parecem promover alterações neuroplásticas como mudanças na capacidade de resposta, excitabilidade dos mapas motores representativos das atividades motoras, e amplitude do potencial motor evocado (25,26). As mudanças corticais parecem se relacionar com melhoras funcionais em crianças com PC, por exemplo no uso bimanual das mãos e destreza manual e endurance da marcha (26,27). No entanto, além dos referidos estudos investigarem intervenções com ênfase na função dos membros superiores, os mesmos utilizaram técnicas de mapeamento cerebral que restringem a movimentação (ressonância magnética funcional, imagem por tensor de difusão), e não descreveram a resposta cerebral durante tarefas dinâmicas (28), o que pode trazer informações mais específicas sobre organização cortical durante atividades que envolvem mobilidade e revelar mecanismos de neuroplasticidade relacionada à prática de tais atividades.

A espectroscopia funcional em infravermelho próximo (fNIRS) é uma técnica de mapeamento cerebral móvel que possibilita o estudo de uma ampla variedade de tarefas motoras funcionais, como a marcha, uma vez que os sensores são acoplados na cabeça, tornando viável a detecção de mudanças no fluxo sanguíneo cortical durante o movimento de forma confiável (29). Embora já tenha sido demonstrada a aplicabilidade da fNIRS para identificar redução na atividade do córtex frontal durante tarefas cognitivas, associada a melhoras no desempenho motor após treino intensivo bimanual, ainda não foi explorada a ativação cortical durante tarefas que exigem movimento ativo em resposta ao treino de mobilidade em crianças e adolescentes com PC.

A viabilidade e fidelidade do protocolo Mob-IT já foram demonstradas (30), o que motivou a continuidade da investigação sobre a efetividade preliminar do protocolo Mob-IT quanto ao desempenho em mobilidade de crianças com PC, e também quanto aos mecanismos de ação da intervenção, com ênfase nos desfechos de atividade do córtex cerebral, cinemática da marcha e estabilidade postural.

Baseado em estudos anteriores que incorporaram uma abordagem intensiva, orientada a tarefa e direcionada a metas pré-estabelecidas (REF HABIT-ILE), hipotetiza-se que após o Mob-IT as crianças e adolescentes com PC apresentem melhora nos desfechos de mobilidade, bem como menor demanda cerebral para realizar tais atividades.

Métodos

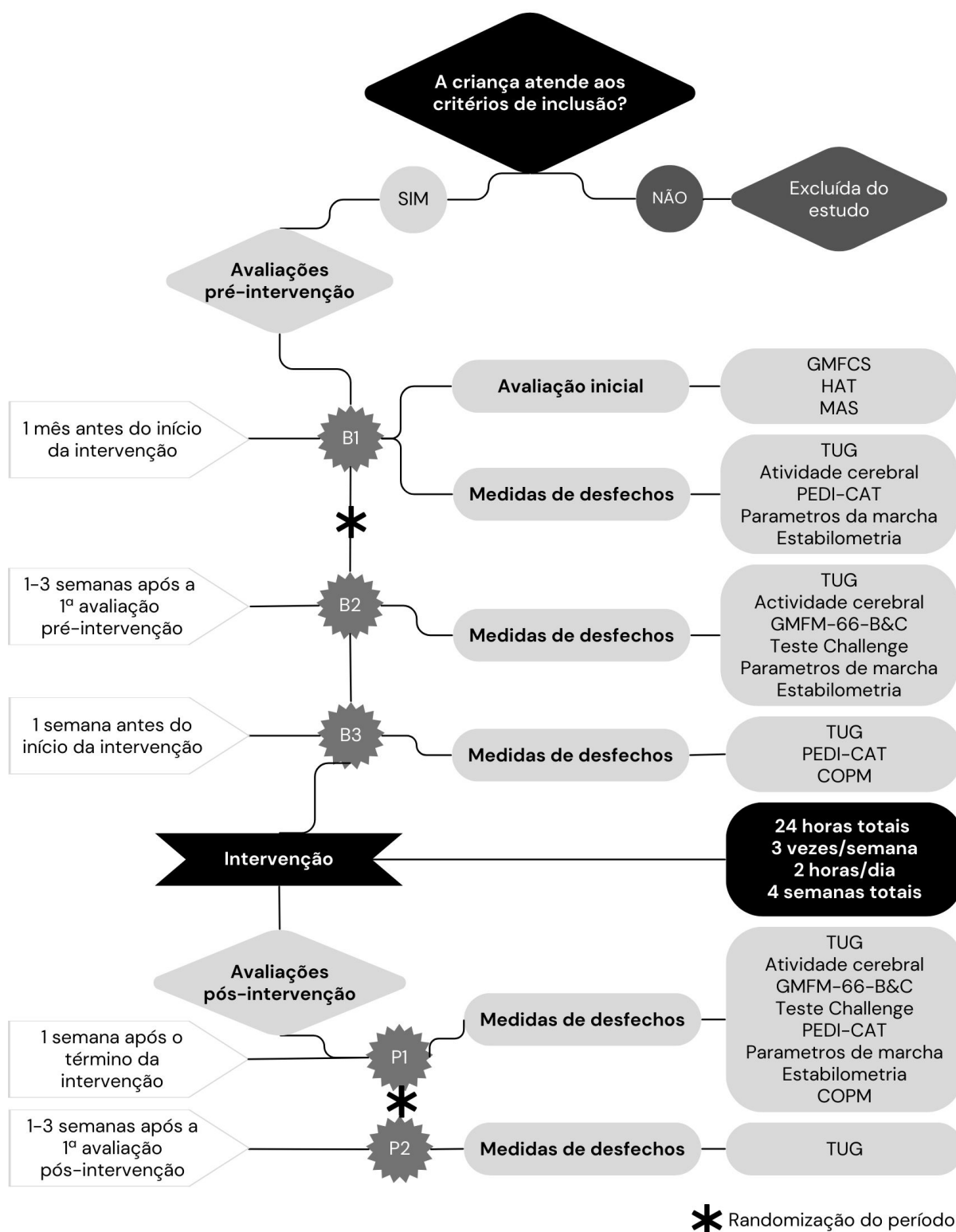
Desenho do estudo

Este é um estudo experimental de sujeito único, com múltiplas linhas de base, para investigar os efeitos do protocolo Mob-IT na atividade cerebral e nos desfechos de mobilidade. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética local (CAAE 51559421.6.0000.5504), registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (REBEC) (RBR-3dgmggm) e seguiu a diretriz Single-Case Reporting In BEhavioural interventions (SCRIBE) Checklist (31).

Três avaliações de linha de base e duas de pós-intervenção foram realizadas para garantir que as possíveis mudanças no repertório motor estivessem relacionadas à intervenção (Figura 1) bem como a randomização dos períodos da segunda linha de base (B2) e da segunda avaliação pós-intervenção (P2) (32).

Os participantes foram instruídos a manter a frequência e a duração de suas terapias convencionais (por exemplo, fisioterapia, terapia ocupacional) durante todo o período do estudo.

Figura 1. Fluxograma do estudo



Legenda: Primeira avaliação de linha de base (B1); Segunda avaliação de linha de base (B2); Terceira avaliação de linha de base (B3); Primeira avaliação pós-intervenção (P1); Segunda avaliação pós-intervenção (P2); Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS); Hipertonia Assessment Tool (HAT); Escala de Ashworth Modificada (MAS); Timed Up and Go Test (TUG); Medida da Função Motora Grossa (GMFM);

Participantes

Os participantes foram recrutados de um centro de atendimentos de serviços públicos da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Brasil, bem como por meio de mídias sociais locais. Os participantes foram incluídos se tivessem diagnóstico de PC, idade entre 7 e 16 anos, fossem classificados nos níveis I a III do Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS) e fossem capazes de entender as instruções do estudo. Todos os participantes e seus cuidadores deveriam consentir formalmente em participar.

Participantes que tivessem convulsões incontroláveis, deficiências visuais e/ou cognitivas graves, que fossem submetidos a cirurgia ortopédica ou neurológica, aplicação de toxina botulínica ou intervenção intensiva seis meses antes ou durante o estudo não seriam incluídos. Mais informações estão disponíveis no protocolo publicado previamente (29).

Medidas de desfecho

Os procedimentos éticos e o histórico clínico foram coletados antes da primeira avaliação de linha de base. A avaliação inicial incluiu coleta da classificação da função motora grossa pelo GMFCS para confirmação dos critérios de inclusão, caracterização da espasticidade pela Hypertonia Assessment Tool (HAT) e classificação do nível de espasticidade, se positivo segundo a HAT, usando a Escala de Ashworth Modificada (MAS).

Medidas de desfecho de mobilidade abrangendo quatro códigos relacionados à mobilidade foram selecionadas a partir do Core-Set da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) para crianças e jovens com PC (33) que incluem: (d410) mudança da posição corporal básica, (d415) manutenção de uma posição corporal, (d450) caminhada e (d460) movimentação em diferentes locais.

Os desfechos primários incluíram a mobilidade funcional (Time Up and Go Test - TUG) e atividade cerebral (mudanças na concentração de hemoglobina mensuradas por meio de fNIRS) durante a realização do teste TUG e manutenção da postura em pé.

Os seguintes instrumentos foram aplicados como desfechos secundários: Medida da Função Motora Grossa (GMFM) - Basal & Ceiling; Challenge Test; Pediatric Evaluation of Disability Inventory Computer Adaptive Test (PEDI-CAT), domínio de mobilidade; Pontuações de desempenho e satisfação segundo a Medida Canadense de Desempenho Ocupacional (COPM), avaliações de cinemática da marcha (velocidade da marcha e cadência) e estabilometria (área de oscilação do centro de pressão durante a manutenção da postura em

pé, com os olhos abertos e olhos fechados). Maiores informações estão disponíveis no protocolo (29).

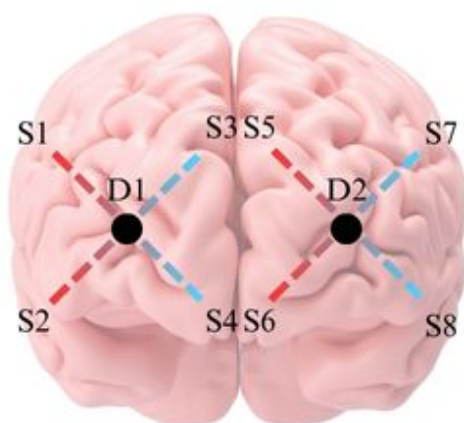
Teste Timed Up and Go (TUG):

Para a realização do TUG o participante iniciou o teste sentado em uma cadeira sem braços e com altura ajustável de modo que seu quadril e joelhos permanecessem com ângulo de 90°. Um cone foi posicionado a 3 metros de distância da cadeira para demarcar o local que o participante deveria retornar ao seu lugar de origem. Ao comando “Vai”, o participante levantou da cadeira, caminhou até o cone, fez a volta e retornou à cadeira para se sentar (34). Os participantes classificados no nível GMFCS III utilizaram andador para a realização do teste, quando necessário. O teste foi realizado três vezes e a média de tempo total utilizado para realização da tarefa foi calculada. O TUG é um teste validado e confiável para aplicação em indivíduos com PC, com uma diferença mínima clinicamente importante (MCID) variando de 0,22 a 5,31 segundos (35). Esta avaliação foi realizada concomitantemente à avaliação da atividade cerebral.

Atividade Cerebral:

A avaliação da atividade cerebral foi realizada por meio do fNIRS, com comprimentos de onda 760 e 850 nm e frequência de 50Hz. Para o presente estudo, o arranjo utilizado possuía 8 fontes e 2 receptores, formando oito canais. Os sensores são acoplados a uma faixa posicionada na região frontal do participante usando o sistema internacional 10/20, utilizando-se o ponto Fpz como centro do arranjo. Foram analisadas as alterações na concentração de hemoglobina oxigenada e desoxigenada na superfície cortical durante o teste TUG e a avaliação estabilométrica, pois eram testes que atendiam aos requisitos para uma coleta válida de fNIRS (tempo suficiente para detecção da mudança de concentração de hemoglobina e número de repetições) (36). Abaixo segue uma figura representativa dos posicionamentos das fontes e detectores, abrangendo a região do córtex frontal.

Figura 2. Vista frontal do cérebro com posicionamento do arranjo de coleta.



Legenda: Fonte 1 (S1); Fonte 2 (S2); Fonte 3 (S3); Fonte 4 (S4); Fonte 5 (S5); Fonte 6 (S6); Fonte 7 (S7); Fonte 8 (S8); Detector 1 (D1); Detector 2 (D2).

Medida da Função Motora Grossa (GMFM-66-B&C):

A GMFM-66 é um instrumento designado a mensurar e qualificar a função motora grossa de crianças com PC, durante as posições de deitar e rolar, sentar-se, rastejar e engatinhar, em pé, caminhar, correr e pular. Cada item é classificado de 0, quando não realiza a tarefa, a 3 quando realiza completamente a tarefa (37). Para este estudo, foi utilizada a versão GMFM-Basal and Ceiling. As pontuações foram inseridas no software GMAE (Gross Motor Ability Estimator) para obtenção das pontuações normalizadas do instrumento de acordo com o nível GMFCS da criança. Estas pontuações variam de 0 a 100, em que 100 indica melhor desempenho. A MCID varia de 1,5 pontos a 5,3 de acordo com o nível GMFCS (38).

Teste Challenge:

O teste Challenge é um instrumento utilizado como uma extensão da GMFM-66 para avaliar tarefas motoras avançadas quando a criança com PC é classificada no nível I da GMFCS (39). Ela inclui tarefas consideradas importantes para a participação da criança em tarefas que envolvam velocidade, coordenação e equilíbrio e atividades de dupla tarefa. Consiste em 25 itens, e cada tarefa pode ser realizada 3 vezes e a pontuação total do teste são 112 pontos (40). O escore bruto foi utilizado para análise dos resultados, sendo que quanto maior a pontuação, melhor o desempenho.

Pediatric Evaluation of Disability Inventory Computer Adaptive Tests (PEDI-CAT):

O PEDI-CAT é um questionário respondido pelo cuidador, composto por quatro domínios: Atividades Diárias; Mobilidade; Social/Cognitivo; e Responsabilidade (41). Trata-

se de um instrumento traduzido para o português e validado para avaliar indivíduos com PC de 6 meses a 21 anos de idade (42). No presente estudo, o domínio de Mobilidade foi considerado por sua relação com os desfechos do estudo. Esse domínio avalia a capacidade da criança se mover em diferentes ambientes, incluindo desde atividades como sentar e rolar, até pular e correr. A pontuação varia de 1 (onde a criança é incapaz de realizar a tarefa) a 4 (onde a criança é capaz de manusear/realizar facilmente a tarefa, sem ajuda). Um aumento na pontuação significa melhor desempenho.

Medida Canadense de Desempenho Ocupacional (COPM):

A COPM é um instrumento utilizado para avaliar a percepção sobre o desempenho funcional dos indivíduos, e sua satisfação sobre ele. Sua aplicação e avaliação é centrada no autorrelato do familiar ou do paciente (43). Este instrumento serviu como apoio para o estabelecimento de metas de tratamento relacionadas a mobilidade. Os familiares e os participantes pontuaram de 0 a 10 o desempenho e satisfação de cada meta antes e após o Mob-IT, onde 0 significa baixo desempenho e baixa satisfação e 10 desempenho muito bom e alta satisfação. Este instrumento é validado e traduzido para aplicação no Brasil e possui MCID de 2 pontos (44). Para este estudo, foi utilizada a COPM modificada visto que todas as metas deveriam ser direcionadas para desfechos de mobilidade.

Cinemática da Marcha:

A avaliação cinemática foi realizada pelo Qualisys Motion Capture System® (Qualisys). Foram posicionados 26 marcadores reflexivos de formato esférico com 16 mm de diâmetro nos pontos seguintes pontos anatômicos: processo espinhoso de C7, articulação acrômio clavicular direita e esquerda, manúbrio do esterno, espinhas ilíacas anterossuperior e pósterio-superior direita e esquerda, trocânter maior do fêmur direito e esquerdo, côndilos lateral e medial do fêmur direito e esquerdo, cabeça da fíbula direita e esquerda, maléolo lateral e medial direito e esquerdo, tuberosidade do 5º metatarso direito e esquerdo, hálux direito e esquerdo e calcâneos direito e esquerdo. O registro dos dados foi realizado por meio de 7 câmeras do sistema Qualisys a uma frequência de aquisição de 200 Hz.

Para obtenção dos dados, foi realizado três caminhadas simples e válidas, em linha reta por 5 metros com sua velocidade autosselecionada. Para aqueles participantes que necessitavam do uso de dispositivo auxiliar da marcha, o uso foi autorizado.

Avaliação Estabilométrica:

A avaliação estabilométrica foi realizada por meio de uma plataforma de força portátil (BERTEC - FP4060-05) com frequência de aquisição de 1000Hz. O participante permaneceu sobre a plataforma durante 30 segundos para cada tentativa, sendo necessárias 3 tentativas válidas para cada tarefa para a realização da média final. Esta avaliação foi realizada somente se o participante tivesse capacidade de permanecer em pé, sem apoio e sem auxílio de dispositivo.

Foram testadas 2 condições de tarefa: (1) pés paralelos à linha do quadril olhando para um ponto fixo à sua frente e (2) pés paralelos à linha do quadril e os olhos fechados (45), e assim foi calculada a variável área de oscilação do centro de pressão durante essas condições de tarefa. Esta avaliação foi realizada concomitantemente à avaliação da atividade cerebral.

Protocolo Mob-IT

A aplicação do protocolo Mob-IT foi realizada na Unidade Saúde-Escola e no Laboratório de Análise do Desenvolvimento Infantil (LADI) da UFSCar, propondo um total de 24 horas de treino de alta intensidade (Figura 3), com tarefas focadas em metas pré-estabelecidas identificadas com o apoio da COPM. As avaliações e a intervenção foram aplicadas por terapeutas previamente treinados para as funções. Cada sessão incluiu estações de exercícios em que a criança era motivada a praticar tanto componentes dos movimentos quanto as tarefas completas, de acordo com as metas estabelecidas individualmente, utilizando repetição estruturada e intensiva. Essas atividades foram praticadas em todas as sessões e adaptadas para refletir situações cotidianas relevantes, empregando uma abordagem lúdica para sustentar o engajamento e a motivação dos participantes. O terapeuta forneceu *feedback* no final de cada tarefa, priorizando feedback com foco externo (ex: tempo total para realizar determinada tarefa; número de vezes que saiu da demarcação limite da pista visual), e aumentou o desafio da tarefa seguinte de acordo com o relato da criança baseado na pontuação da Rating of Perceived Challenge de pelo menos 4- mais ou menos difícil) (46).

Figura 3. Resumo da intervenção do Mob-IT.



Antes de iniciar o programa de intervenção, foi elaborado um manual de apoio à implementação do protocolo. Os terapeutas foram treinados para implementar as atividades usando abordagens de prática da tarefa parcial e total, entender os conceitos biomecânicos subjacentes às atividades e refinar a entrega de *feedback* externo ideal para cada atividade. Um exemplo da prática é apresentado na Figura 1 do Material Suplementar. Reuniões periódicas foram mantidas pela equipe para garantir a fidelidade da implementação. Um diário de atividades foi entregue aos cuidadores para controle das atividades físicas realizadas além da intervenção proposta.

Análises de dados

Foram analisadas as seguintes variáveis: duração do TUG; alterações na concentração de hemoglobina oxigenada e desoxigenada durante o TUG e também durante a manutenção da postura em pé com olhos abertos e fechados; velocidade média da marcha (m/s) e cadência (passos/min); área de oscilação do centro de pressão durante a manutenção da postura em pé (cm²); pontuações totais da GMFM-66; pontuações totais do teste Challenge; pontuações de mobilidade do PEDI-CAT através do escore contínuo; e pontuações de desempenho e satisfação da COPM.

Primariamente, para dados que incluem mais de uma medida de base, o método de banda 2 desvios-padrões (2DP) ($\pm 2SD$ -band method) foi utilizado para determinar

significância estatística (47). A média dos dados de linha de base foram usados para criar a faixa de ± 2 -DP, e os pontos de dados pós-intervenção que saíram dessa faixa foram considerados estatisticamente significativos. Para todos aqueles dados que possuem apenas uma medida de linha de base e/ou possuíam valores da diferença mínima clinicamente importante (MCID), uma análise secundária foi realizada. Para quantificar a mudança do teste Challenge, a mínima mudança detectável (MDC) foi utilizado como parâmetro, uma vez que, até o momento, não há valores padronizados de MCID para este instrumento.

Para análise da atividade cerebral, tendo em vista a necessidade de uma análise estatística específica dos dados, o método de banda 2-DP não foi possível de ser utilizado. Os sinais fNIRS foram processados usando a BrainAnalyzir toolbox (48). O processamento incluiu a conversão de alterações na densidade óptica em alterações nas concentrações de hemoglobina usando a lei de Beer-Lambert modificada. A análise estatística usou um modelo de regressão linear geral de primeiro nível com correção para erros auto-regressivos e estatísticas robustas (outlier). As estimativas das amplitudes médias das mudanças na concentração de hemoglobina oxi- e desoxigenada para cada par de fonte-detector foram obtidas a partir dos coeficientes de regressão e suas estatísticas de um teste t de Student nos coeficientes. A análise estatística de segundo nível (grupo) usou um modelo linear de efeitos mistos, seguindo de contraste para comparar os momentos de avaliação. Para esta análise, foi considerado um $p \leq 0,05$.

A análise dos dados da cinemática da marcha foi realizada utilizando o software MATLAB, utilizando os marcadores posicionados no hálux e no calcanhar como referências para demarcar eventos do ciclo da marcha, como o toque inicial do calcanhar no solo e a saída do pé do chão. A partir desses pontos de referência, foi calculada a velocidade e a cadência da marcha, sendo calculada a média das três tentativas válidas para cada avaliação de linha de base e pós-intervenção

Para a análise dos dados da estabilometria, o deslocamento do centro de pressão nos eixos X (médio-lateral) e Y (antero-posterior) foram utilizados para calcular a área total de deslocamento. Em seguida, um contraste foi realizado para comparar os momentos de avaliação.

Resultados

Nove participantes consentiram em participar do estudo (6 meninas e 3 meninos; idade média: 9,3 anos), porém um participante desistiu por razões pessoais. A caracterização dos participantes e a respectiva dose de intervenção são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização dos participantes e dose de intervenção

Participante	Idade	Sexo	Nível GMFCS	HAT (MAS*)	Dose de intervenção (horas realizadas/horas totais)
P1	10a 5m	Feminino	I	Espástico (1)	24/24
P2	13a 7m	Feminino	II	Misto (1+)	16/24
P3	8a 0m	Feminino	II	Espástico (1+)	24/24
P4	11a 5m	Feminino	I	Misto (1)	Descontinuado
P5	13a	Feminino	III	Misto (1+)	24/24
P6	7a 3m	Feminino	III	Misto (1+)	20/24
P7	7a 8m	Masculino	III	Misto (1+)	16/24
P8	8a 2m	Masculino	I	Misto (1)	22/24
P9	8a 1m	Masculino	II	Espástico (1)	24/24

Legenda: Medida de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS); Hypertonia Assessment Tool (HAT); Escala de Ashworth Modificada (MAS); Anos (a); Meses (m).

*MAS do grupo muscular mais afetado

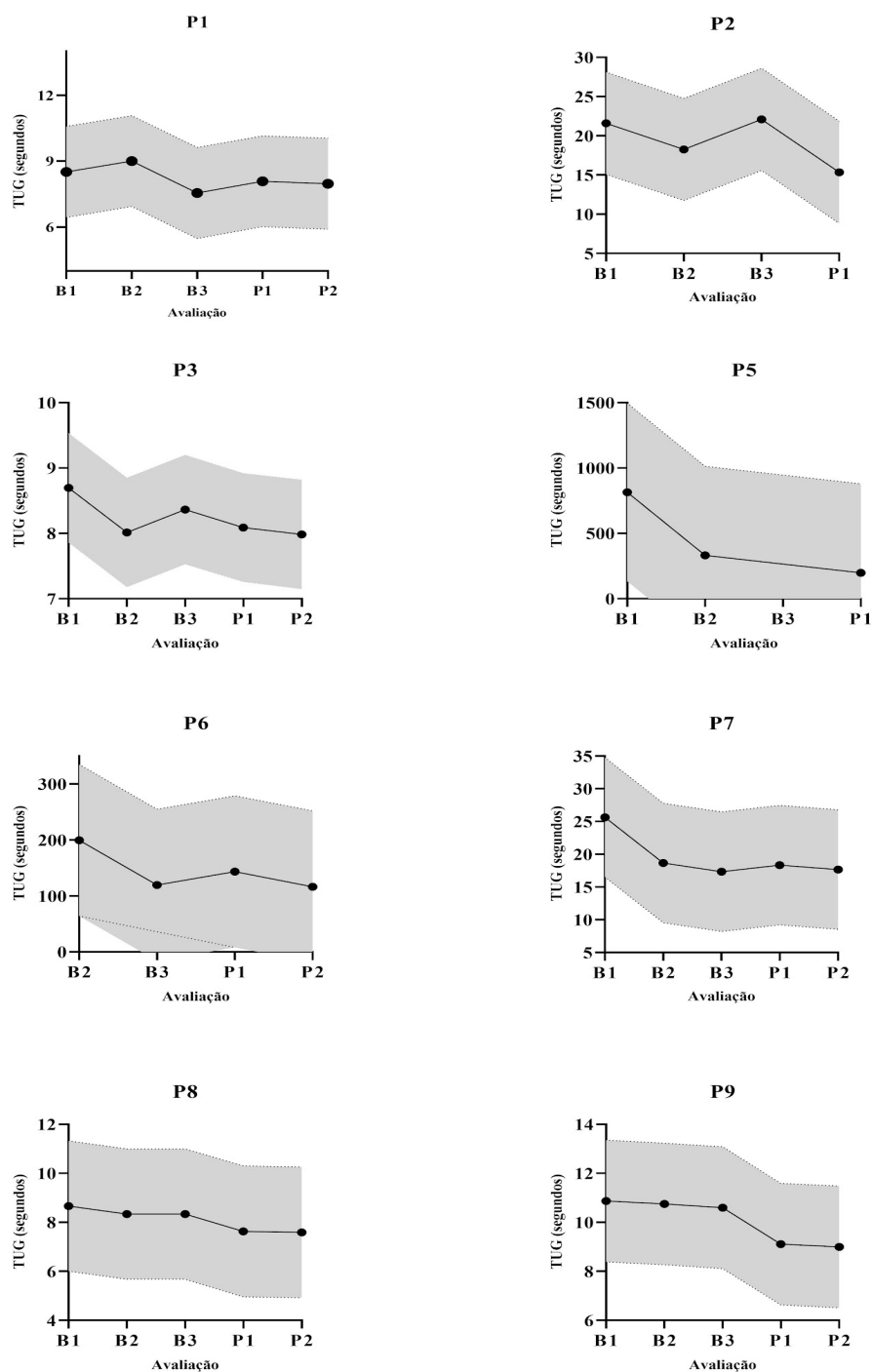
Características do tratamento

Quatro dos oito participantes compareceram a 100% das sessões propostas. Quatro participantes (P2, P6, P7, P8) tiveram faltas (razões incluíram: gripe, cólicas, problemas mecânicos no transporte) que interferiram em sua participação na intervenção. Nenhum dos problemas estava relacionado ao protocolo de intervenção. A intervenção foi fornecida continuamente durante o período escolar e de férias.

Desfechos primários

De acordo com o método de banda 2-DP, os participantes não apresentaram melhoras estatisticamente significativas no desempenho do TUG (Figura 4). No entanto, nota-se na maioria dos participantes uma inesperada mudança entre avaliações de linha de base, o que pode sugerir que aprenderam a realizar a tarefa após a primeira experiência. Considerando esta possibilidade de aprendizagem durante o teste entre as linhas de base, e buscando entender melhor os resultados encontrados, descrevemos também quando mudanças foram observadas ao comparar a última linha de base e o primeiro *follow-up* de acordo com os valores do MCID. Nesta situação, quatro participantes (P2, P5, P8 e P9) apresentaram melhoras clínicas.

Figura 4. Desempenho do TUG ao longo das avaliações

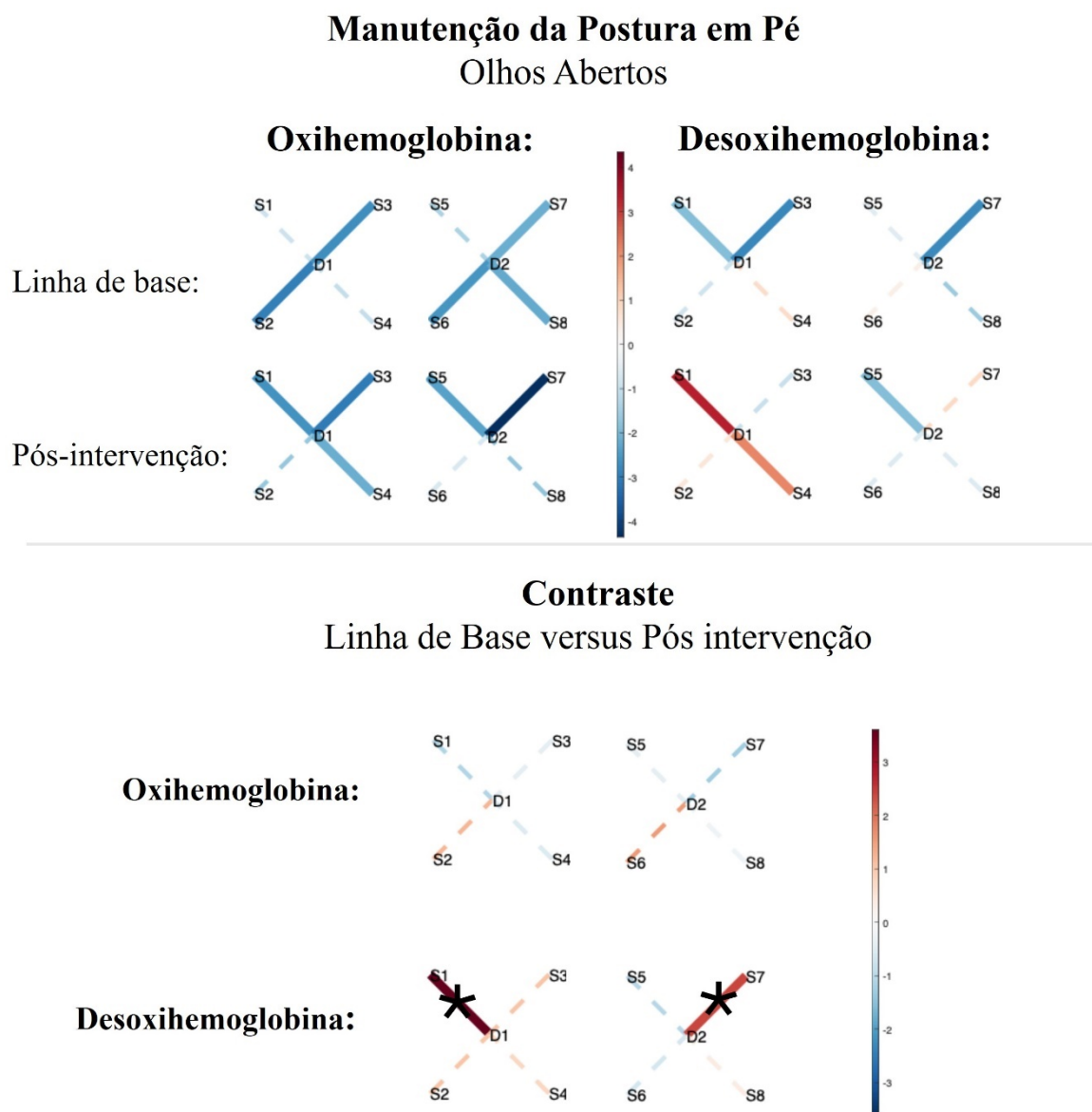


Legenda:  banda de 2DP

Ao contrastar a atividade cerebral na tarefa da manutenção da postura em pé com os olhos abertos a concentração de hemoglobina desoxigenada foi significativamente maior na primeira avaliação pós-intervenção versus primeira avaliação de linha de base (HBR; S1 =

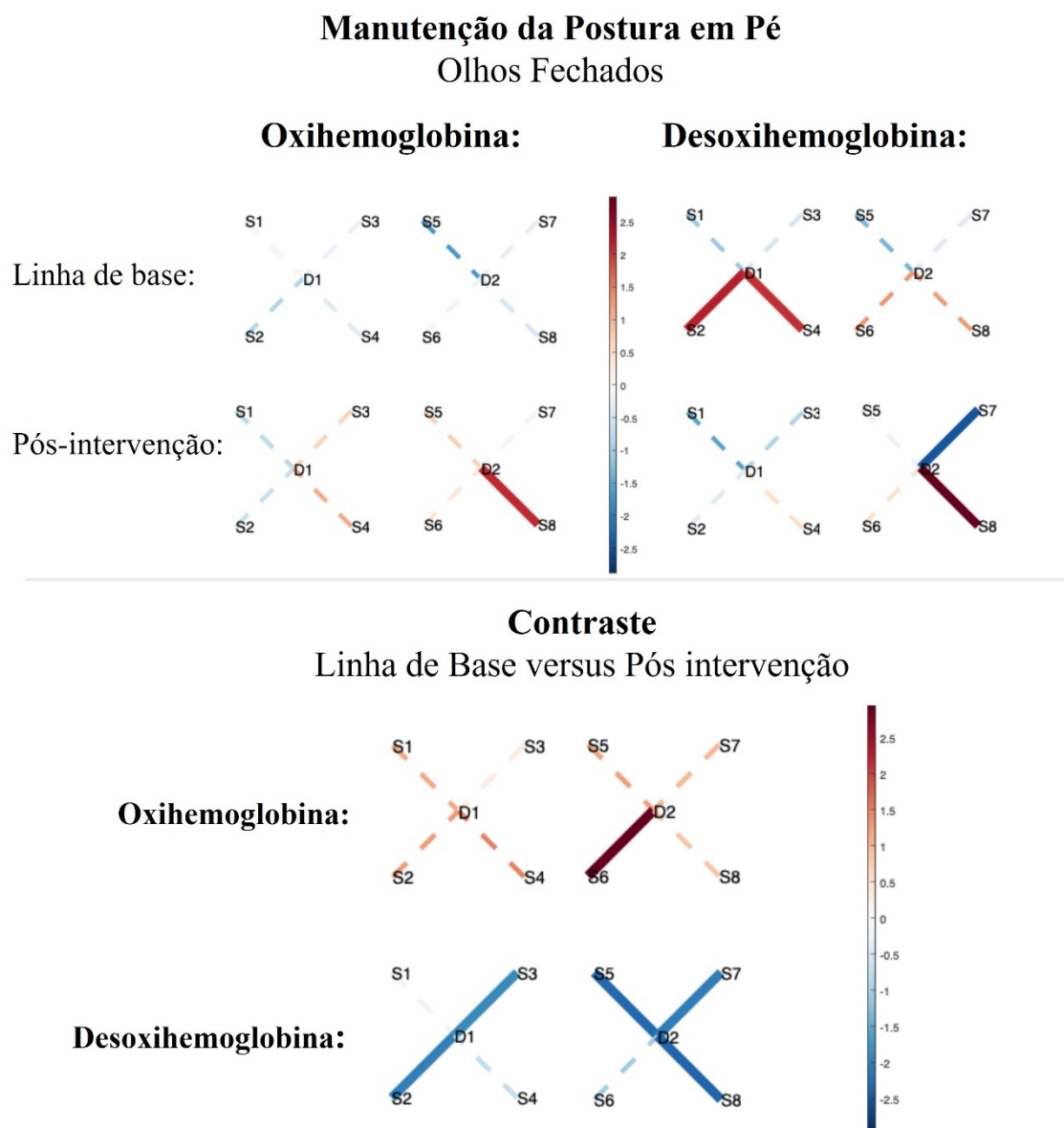
$p < 0,002$ e $S7 = p < 0,03$ respectivamente) (Figura 5). Já na tarefa de manutenção da postura em pé com olhos fechados, não foi observado mudanças significativas (Figura 6). Por outro lado, durante o teste TUG, o contraste da primeira avaliação pós-intervenção versus primeira avaliação de linha de base mostrou aumento significativo na concentração de hemoglobina oxigenada (HBO; $S2 = p < 0,02$, $S4 = p < 0,004$, $S6 = p < 0,02$ e $S8 = p < 0,02$ respectivamente) e desoxigenada (HBR; $S1 = p < 0,04$, $S2 = p < 0,04$, $S4 = p < 0,05$, $S6 = p < 0,01$ e $S7 = p < 0,02$ respectivamente) (Figura 7).

Figura 5. Atividade cerebral durante a manutenção da postura em pé com os olhos abertos



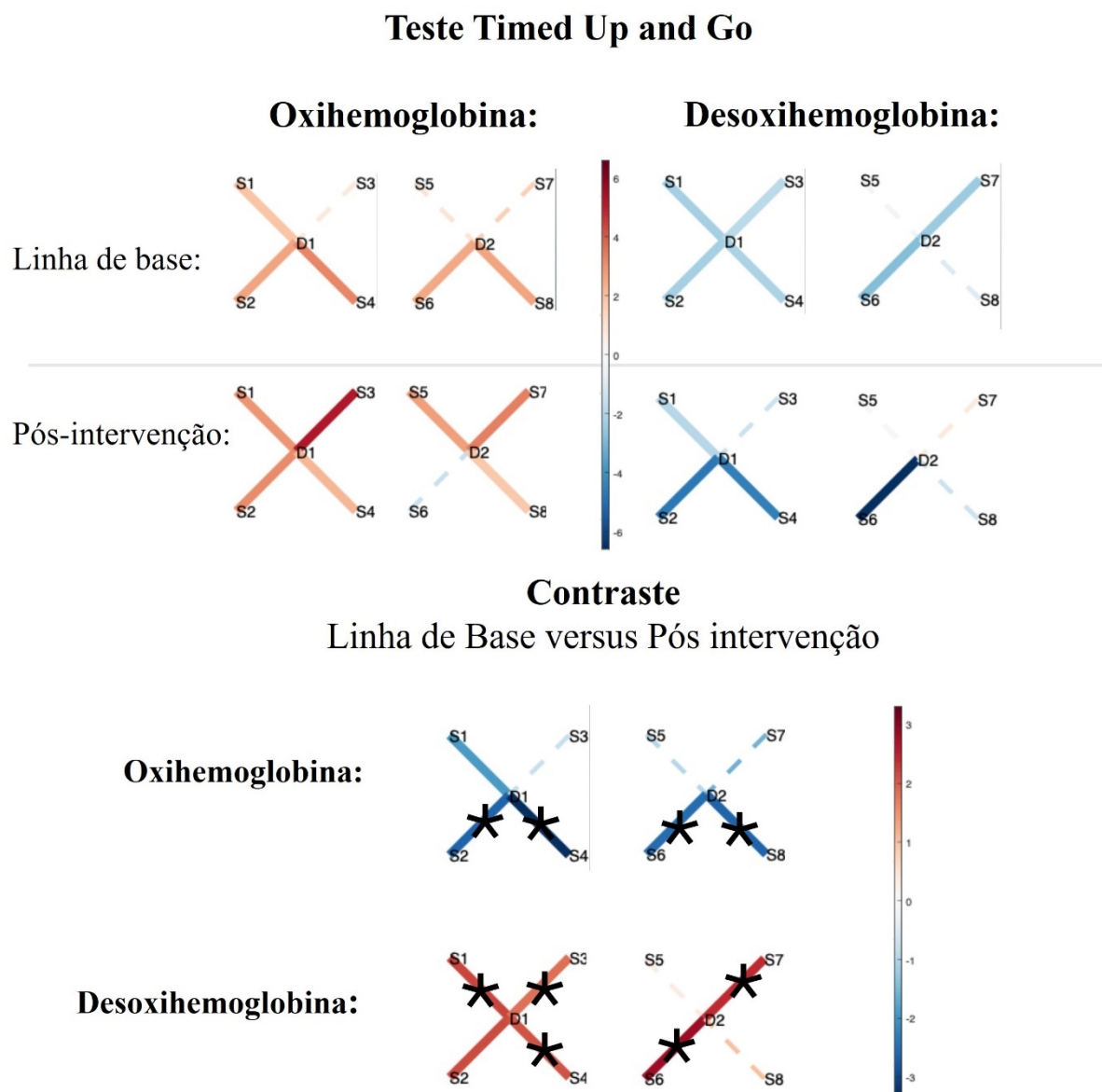
Legenda: Análise em nível de grupo das alterações de concentração de hemoglobina oxigenada e desoxigenada; mapas de estatísticas t, com canais significativamente ativos ($q < 0,05$) em linhas sólidas; a barra de cores representa o valor da estatística t com vermelho indicando um aumento estatístico na concentração de HBO e azul indicando um aumento estatístico na concentração de HBR durante a tarefa. Fonte 1 (S1); Fonte 2 (S2); Fonte 3 (S3); Fonte 4 (S4); Fonte 5 (S5); Fonte 6 (S6); Fonte 7 (S7); Fonte 8 (S8); Detector 1 (D1); Detector 2 (D2).
* significativo ($p \leq 0,05$)

Figura 6. Atividade cerebral durante a manutenção da postura em pé com os olhos fechados



Legenda: Análise em nível de grupo das alterações de concentração de hemoglobina oxigenada e desoxigenada; mapas de estatísticas t, com canais significativamente ativos ($q < 0,05$) em linhas sólidas; a barra de cores representa o valor da estatística t com vermelho indicando um aumento estatístico na concentração de HBO e azul indicando um aumento estatístico na concentração de HBR durante a tarefa. Fonte 1 (S1); Fonte 2 (S2); Fonte 3 (S3); Fonte 4 (S4); Fonte 5 (S5); Fonte 6 (S6); Fonte 7 (S7); Fonte 8 (S8); Detector 1 (D1); Detector 2 (D2).

Figura 7. Atividade cerebral durante o desempenho da mobilidade



Legenda: Análise em nível de grupo das alterações de concentração de hemoglobina oxigenada e desoxigenada; mapas de estatísticas t, com canais significativamente ativos ($q < 0,05$) em linhas sólidas; a barra de cores representa o valor da estatística t com vermelho indicando um aumento estatístico na concentração de HBO e azul indicando um aumento estatístico na concentração de HBR durante a tarefa. Fonte 1 (S1); Fonte 2 (S2); Fonte 3 (S3); Fonte 4 (S4); Fonte 5 (S5); Fonte 6 (S6); Fonte 7 (S7); Fonte 8 (S8). Detector 1 (D1); Detector 2 (D2).

* significativo ($p \leq 0,05$)

Desfechos secundários

Em relação à função motora grossa, todos os participantes apresentaram melhora clínica significativa (Tabela 2). Três participantes foram avaliados em tarefas avançadas por meio do teste Challenge, porém, apenas um participante (P8) apresentou melhora clínica neste teste (Tabela 2). O desempenho em mobilidade de acordo com o PEDI-CAT melhorou para a maioria dos participantes, porém, apenas três apresentaram melhora estatisticamente significativa (P5, P6 e P9).

Tabela 2. Resultados de mobilidade pré e pós-intervenção:

Participante	Pontuações GMFM		Pontuações teste Challenge		Pontuações de mobilidade PEDI-CAT		Velocidade (m/s)		Cadência (passos/min)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
P1	95,8	100 ^{¶¶}	84	80	68,5	71	1,00	1,19*	114	117
P2	55,9	56,9 [¶]	NA	NA	59,5	60	0,45	1,00*	114	118
P3	80,4	83,5 ^{¶¶}	NA	NA	60	61	1,09	1,27	134	160*
P5	51,7	54,1 ^{¶¶}	NA	NA	57,5	60*	0,07	0,09	24	29
P6	50,9	52,0 [¶]	NA	NA	56	60*	NA	NA	NA	NA
P7	53,0	53,9 [¶]	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
P8	81,5	91,8 ^{¶¶}	41	49 [♦]	66	66	0,95	1,00	124	126
P9	68,6	76,0 ^{¶¶}	NA	NA	62	64*	0,55	0,90*	102	115

* Estatisticamente significativo de acordo com o método de banda ± 2 -DP

[¶] Alteração clínica segundo MCID (efeito médio)

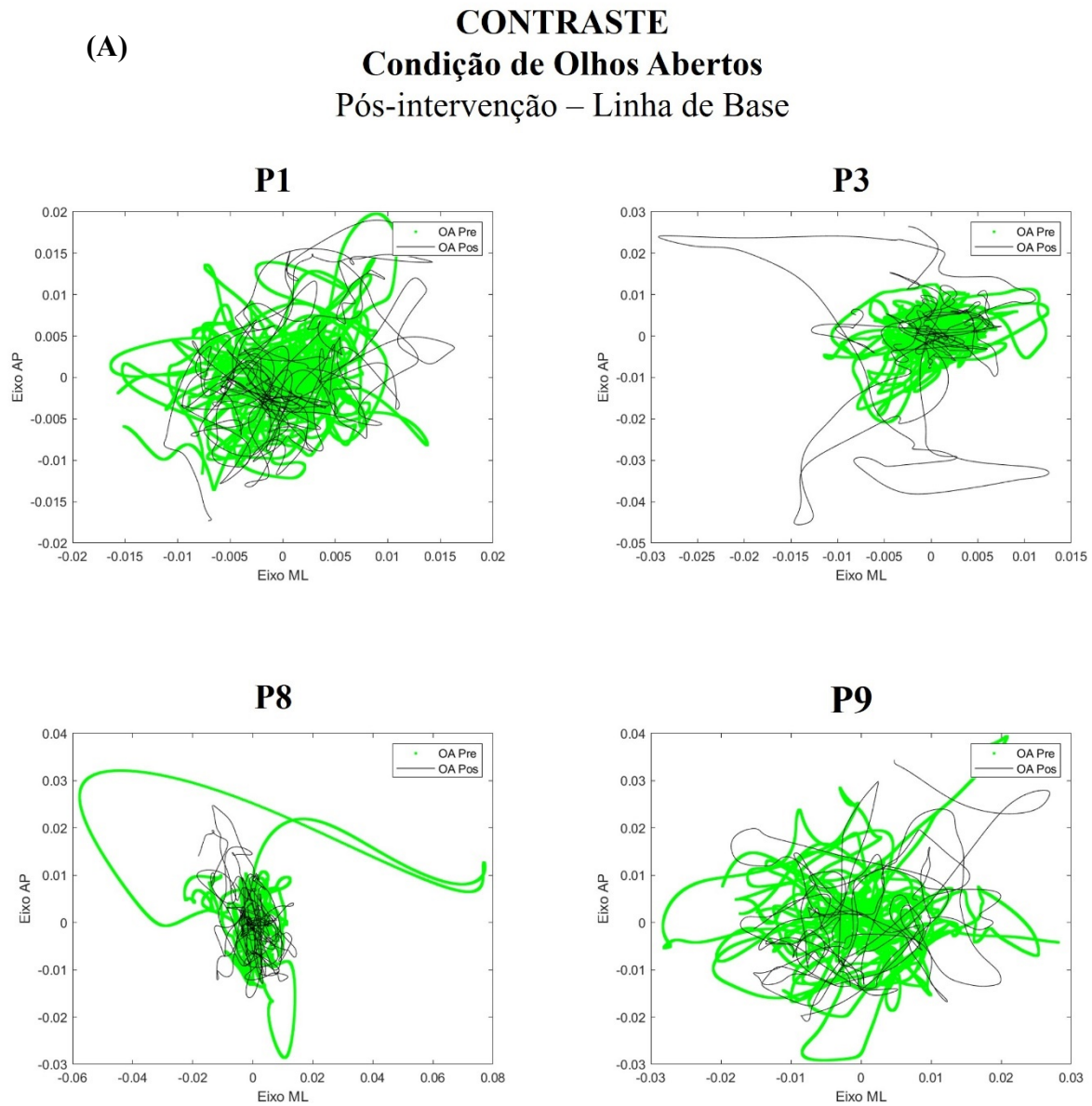
^{¶¶} Alteração clínica de acordo com MCID (efeito grande)

[♦] Mudança clínica segundo MDC

Legenda: Medida da Função Motora Grossa (GMFM); Teste Adaptativo Computadorizado do Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade (PEDI-CAT); Não aplicável (NA).

Todos os participantes apresentaram melhoras na velocidade e cadência, porém nem todas foram estatisticamente significativas (Tabela 2). A área de oscilação do centro de pressão, comparando pré e pós-intervenção e ambas as condições (olhos abertos e olhos fechados) não apresentou melhoras significativas (Figura 8). Os valores dos contrastes estão apresentados na Tabela 1 do Material Suplementar.

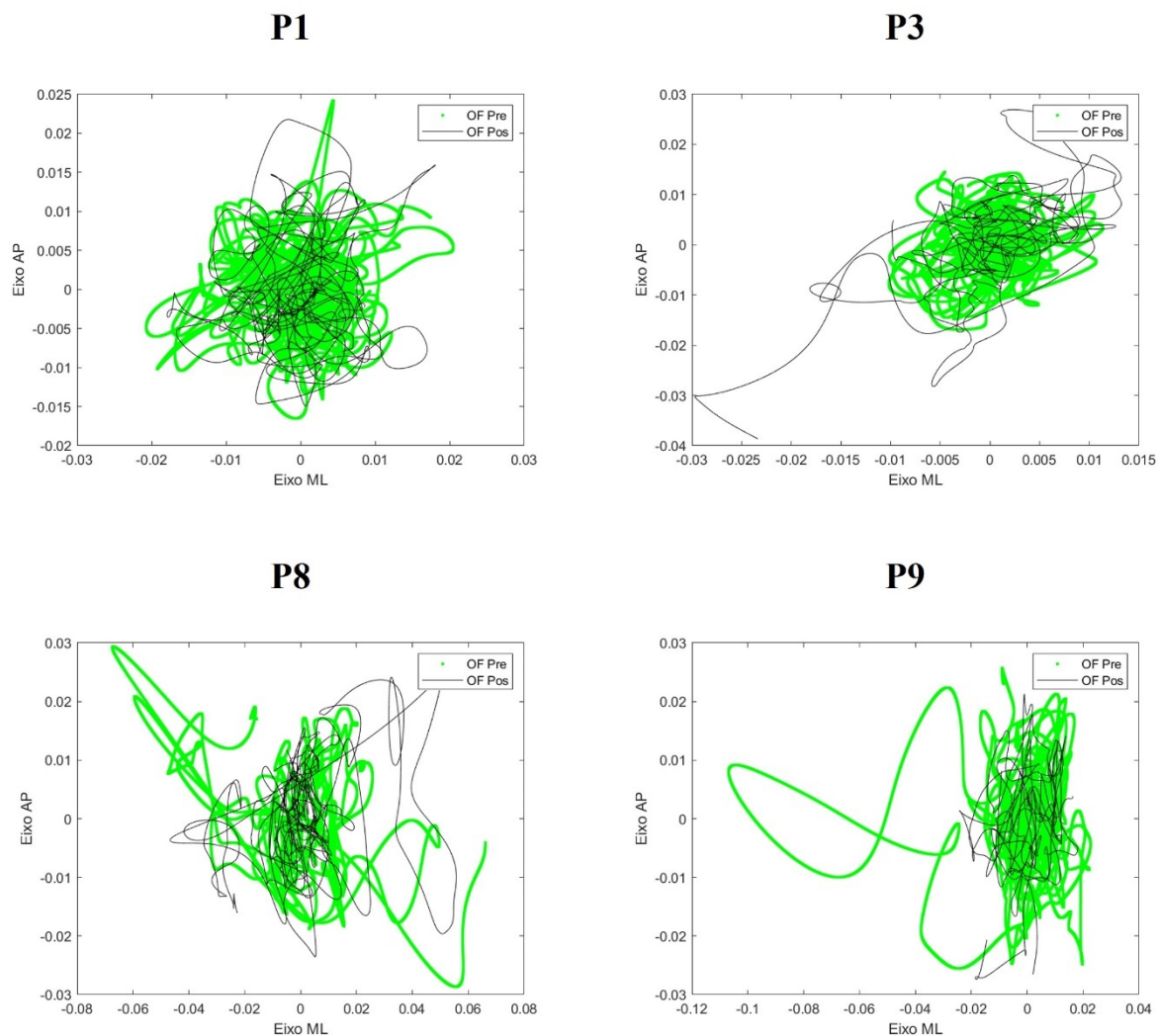
Figura 8. Centro de oscilação de pressão pré e pós-intervenção na condição de olhos abertos (A) e olhos fechados (B).



Legenda: As linhas representam a oscilação do centro de pressão (COP) em centímetros, durante a manutenção da postura em pé com olhos abertos. Linha verde representa a média do deslocamento do COP nas três tentativas da linha de base enquanto a linha preta representa a média do deslocamento do COP nas três tentativas do pós-intervenção.

(B)

CONTRASTE
Condição de Olhos Fechados
Pós-intervenção – Linha de Base



Legenda: As linhas representam a oscilação do centro de pressão (COP) em centímetros, durante a manutenção da postura em pé com olhos abertos. Linha verde representa a média do deslocamento do COP nas três tentativas da linha de base enquanto a linha preta representa a média do deslocamento do COP nas três tentativas do pós-intervenção.

As Tabelas 3 e 4 mostram as pontuações de desempenho e satisfação pré e pós-intervenção de acordo com as percepções dos cuidadores e participantes respectivamente. De acordo com o relato dos cuidadores, os participantes apresentaram melhoras clínicas em pelo menos duas metas de desempenho e satisfação (44).

Tabela 3. Desempenho e satisfação com relação às metas pré e pós-intervenção de acordo com a percepção dos cuidadores (COPM)

Participante	Meta	Desempenho			Satisfação		
		Pré	Pós	Mudança	Pré	Pós	Mudança
P1	1. Reduzir o pé equino	3	3	0	0	0	0
	2. Melhorar a postura da coluna ao caminhar e ficar em pé	5	8	3	0	8	8
	3. Reduzir quedas ao caminhar rápido	4	7	3	4	8	4
	4. Alcançar/manipular mais coisas com a mão esquerda (parético)	4	8	4	5	9	4
P2	1. Maior independência (andar sozinho)	4	7	3	5	10	5
	2. Alcançar a geladeira e pegar as coisas sem deixá-las cair	7	8	1	8	10	2
	3. Superar obstáculos	3	6	3	0	7	7
	4. Andar melhor (melhor velocidade, melhor postura e equilíbrio)	3	6	3	5	8	3
	5. Apoiar todo o pé no chão ao caminhar	4	5	1	3	5	2
P3	1. Melhorar o equilíbrio ao ficar parado	4	8	4	1	8	7
	2. Melhorar o posicionamento dos pés	0	9	9	0	8	8
	3. Caminhar longas distâncias (reduzindo a fadiga e a dor nos pés)	0	10	10	0	10	10
	4. Andar segurando objetos nas mãos (ex.: boneca)	4	9	5	0	10	10
P5	1. Andar com andador (mais segurança)	5	8	3	7	10	3

	2. Transferência de postura (ex: sentado para em pé)	4	9	5	6	10	4
	3. Ir ao banheiro sozinho (maior independência)	4	9	5	5	10	5
P6	1. Melhorar o equilíbrio geral ao ficar em pé	6	6	0	8	4	-4
	2. Vestir-se e comer sozinho	4	6	2	3	4	1
	3. Andar com um andador	7	10	3	7	10	3
	4. Transferência de postura (sentado para em pé em frente à mesa de jantar)	3	10	7	2	10	8
P7	1. Melhorar o equilíbrio ao caminhar	3	9	6	5	8	3
	2. Melhorar o equilíbrio em pé	0	7	7	0	8	8
	3. Melhorar o equilíbrio sentado	0	6	6	0	7	7
	4. Andar melhor com andador	4	8	4	6	9	3
	5. Não cruzar as pernas enquanto toma banho	2	7	5	1	7	6
P8	1. Reduzir quedas ao caminhar	7	8	1	0	8	8
	2. Aumentar o uso da perna direita (negligenciar a perna)	5	8	3	0	8	8
P9	1. Andar mais longe, com mais segurança, sem cair	5	8	3	7	10	3
	2. Independência no banheiro (por exemplo, limpar-se)	4	7	3	3	8	5
	3. Realizar atividades de “dupla tarefa” com mais segurança na escola e em casa	5	10	5	6	10	4
	4. Reduzir quedas ao brincar com outras crianças	6	8	2	6	10	4

Tabela 4. Desempenho e satisfação quanto às metas pré e pós-intervenção de acordo com a percepção dos participantes (COPM)

Participante	Meta	Desempenho			Satisfação		
		Pré	Pós	Mudança	Pré	Pós	Mudança
P1	1. “Cair menos” – Diminuir quedas enquanto caminha rápido	5	8	3	3,5	9	5,3
	2. Pular corda melhor	5	10	5	5	10	5
	3. Andar com um pé na frente do outro (tandem)	2	9	7	1,5	8	6,5
	4. Melhorar a mira (principalmente com a mão esquerda)	0	8	8	0	9	9
	5. Ultrapassar obstáculos sem cair	6	9	3	6	10	4
P2	N/A	-	-	-	-	-	-
P3	1. Pular corda	4	10	6	1	8	7
	2. Cair menos quando corre (ex quando brinca de pega-pega)	5	3	-2	0	8	8
	3. Não cair quando pular de alturas	4	10	6	0	10	10
P5	1. Correr com andador e amigos	-	-	-	-	-	-
	2. Melhorar a postura com andador	-	-	-	-	-	-
	3. Transferência de postura	-	-	-	-	-	-
	4. Independência em casa (ir à cozinha pegar algo, sem depender da mãe)	-	-	-	-	-	-
P6	N/A	-	-	-	-	-	-
P7	N/A	-	-	-	-	-	-

P8	N/A	-	-	-	-	-	-
P9	1. Cair menos quando brinca de pega-pega	-	-	-	-	-	-
	2. Ajudar a mãe na mudança (não consegue carregar suas coisas)	-	-	-	-	-	-
	3. Se equilibrar durante atividades de andar em linha reta, na corda	-	-	-	-	-	-
	4. Jogar futebol melhor	-	-	-	-	-	-

Legenda: Não se aplica (N/A); Sem pontuação (-).

Discussão

Este estudo teve como objetivo investigar a efetividade preliminar do protocolo Mob-IT, e também os mecanismos de ação da intervenção. A escolha pelo desenho de sujeito único se justifica por este delineamento permitir o controle rigoroso das variáveis, mantendo uma abordagem focada no indivíduo, além de flexibilidade metodológica (32,49). A partir disso, destaca-se os resultados individuais da intervenção e seus mecanismos de ação, o que é particularmente relevante em uma condição de saúde heterogênea como a PC e tendo em vista que a intervenção segue as recomendações atuais de adaptar a intervenção individualmente de forma alinhada às metas relatadas pelos cuidadores e participantes (50). De forma geral, a maioria dos participantes concluiu a intervenção segundo previsto no protocolo e apresentou melhorias estatísticas e/ou clínicas nas suas metas de mobilidade ou outros desfechos. O desenho de sujeito único permitiu identificar as trajetórias individuais na maioria dos desfechos, sendo que os participantes apresentaram respostas diferentes frente à intervenção, o que pode ser explicado pela alta variabilidade entre indivíduos com PC (51) e da individualidade da intervenção.

Os participantes apresentaram melhoras em diferentes desfechos de mobilidade após o Mob-IT. O teste TUG mostrou melhorias clínicas em quatro participantes (P2, P5, P8, P9) de acordo com os valores de grandes efeitos MCID, que varia de 0,22 a 5,31 segundos (35). Apesar de não terem sido identificadas melhoras estatisticamente significativas de acordo com o método de banda 2-DP, a significância clínica indica um efeito relevante da intervenção para estes indivíduos neste teste que reflete a demandas de mobilidade comuns a diversas atividades diárias relevantes. Além disso, destaca-se que a melhora clínica foi identificada em participantes que definiram metas focadas em caminhada mais segura e, ocasionalmente, redução de quedas, ou seja, que treinaram metas relacionadas a este teste. Por outro lado, como o TUG mede o desempenho da mobilidade de forma geral, isso também minimiza a especificidade e a sensibilidade à mudança relacionada à intervenção (52), o que justifica a ausência de efeito em outros participantes.

Paralelamente às melhoras no teste TUG, foi possível identificar no nível do grupo mudanças na atividade cerebral durante a execução do TUG após a intervenção. A concentração de hemoglobina oxigenada diminuiu e a hemoglobina desoxigenada aumentou durante a execução da mesma comparando a primeira avaliação de linha de base com o primeira pós-intervenção, o que pode sugerir que a demanda cerebral diminuiu para executar tal tarefa, corroborando com estudos anteriores (53). Considerando que a fNIRS utilizado neste estudo

avaliou o córtex pré-frontal, a diminuição da demanda cerebral durante a execução da tarefa implica que os recursos atencionais utilizados se tornaram mais automatizados, aumentando a eficiência neuronal para executar a tarefa (54).

Uma resposta cerebral semelhante foi observada durante a manutenção da postura em pé após a intervenção. A tarefa de permanecer em pé com os olhos abertos demonstrou um aumento na concentração de hemoglobina desoxigenada, o que pode indicar atividade inibitória aumentada em vias específicas durante a tarefa, sugerindo que os participantes demonstraram uma menor demanda atencional para permanecer em pé com olhos abertos (55). Em contrapartida, ficar em pé com os olhos fechados não mostrou mudanças significativas após a intervenção, provavelmente devido à maior complexidade de executar a tarefa sem input visual, tarefa que não foi treinada ou relatada como uma meta de tratamento por nenhum dos participantes. Entretanto, pondera-se que a área de oscilação do centro de pressão não apresentou alterações significativas após a intervenção, portanto as mudanças na atividade cerebral devem ser interpretadas com cautela porque não há um correlato comportamental claro. Duas razões principais podem explicar esses resultados: todas as crianças que participaram dessa avaliação eram dos níveis GMFCS I ou II, e crianças deste nível e na idade compreendida pelo presente estudo já apresentam desempenho elevado em tarefas como permanecer em pé (56); outra razão, também interligada à primeira, é que os objetivos do tratamento dessas crianças não estavam relacionados a tarefas como permanecer parado, o que pode justificar a ausência de mudanças com o treino. No entanto, explorar outras variáveis cinéticas além da área de oscilação poderá contribuir para esclarecer tais suposições.

A função motora grossa apresentou melhoras clínicas para todas as crianças após a intervenção, de acordo com o MCID da GMFM-66, que varia de 1,5 a 5,3 pontos (38), corroborando com uma recente revisão sistemática que demonstrou melhoras nos escores do GMFM após a intervenção baseada no TOT em crianças com PC (37,57). Esta ferramenta é amplamente utilizada em ambientes clínicos e de pesquisa para avaliar mudanças ao longo do tempo e avaliar a eficácia de intervenções em diferentes populações (37). Apesar de abranger inúmeras atividades em diferentes posturas, este instrumento é restrito quando crianças com altas capacidades funcionais já atingiram o teto de pontuação pré-intervenção. Visando preencher esta lacuna, o teste Challenge foi aplicado aos participantes classificados no GMFCS nível I para avaliar tarefas motoras grossas avançadas. Apenas um participante apresentou mudança maior que 4.47 pontos neste teste (39) após o Mob-IT. Embora o processo de teste seja dinâmico, a administração depende do engajamento da criança, compreensão das instruções do teste, nível de aptidão e capacidades (40). Esses fatores podem ter contribuído

para a falta de mudança significativa na outra criança (P1), além de aspectos relacionados à especificidade das tarefas treinadas diante da variedade de itens testados no instrumento.

A velocidade e a cadência da marcha apresentaram melhora em alguns participantes. A baixa taxa de melhora nestes desfechos pode ser atribuída ao fato de que apenas um participante (P2) teve como objetivo melhorar a velocidade de caminhada. Além disso, alguns participantes, como P3 e P8, já tinham valores basais dentro da faixa esperada para sua idade, com base em valores de referência para crianças com DT (58). Conforme o Estudo II desta tese, o treino funcional, que não depende de equipamento especializado para realizar a intervenção, não levou a melhorias significativas na velocidade da marcha (59). Em contraste com o treino funcional, o treino em esteira demonstrou melhorar a velocidade da marcha (59). Essa diferença pode ser atribuída à especificidade da tarefa, corroborando com os resultados mostrados neste estudo, pois o Mob-IT focou em exercícios adaptados a objetivos individuais, com apenas uma criança visando especificamente melhorar a velocidade da marcha.

O desempenho em mobilidade de acordo com o PEDI-CAT demonstrou melhora estatística em apenas três participantes, o que pode ser justificado pela natureza das questões, que muitas vezes não estavam alinhadas com as metas pré-estabelecidas pelos participantes e seus cuidadores.

Todos os participantes apresentaram aumento no desempenho e na satisfação em relação às metas de tratamento. No entanto, é importante interpretar a melhora clínica de 2 pontos com cautela (60), uma vez que um estudo recente indicou que essa análise deriva de uma "opinion-based analysis" (60). O processo de definição de metas e pontuação apresentou desafios significativos (61). Para este estudo, o processo foi projetado para ser individualizado, com cuidadores e participantes questionados separadamente sobre suas principais metas relacionadas à mobilidade para evitar influência mútua. Alguns participantes, devido à sua pouca idade, não conseguiam articular suas metas ou classificar o desempenho e a satisfação das metas em uma escala de 0 a 10. Para abordar tal desafios, algumas estratégias foram introduzidas para apoiá-los durante o processo: Para a definição de metas, o avaliador fez perguntas sobre a vida diária da criança, encorajando-a a identificar atividades que considerava difíceis ou até mesmo pedindo que refletisse sobre tarefas realizadas durante a avaliação do estudo que desejava melhorar. Para a pontuação, a equipe de pesquisa desenvolveu um auxílio visual com cores gradientes de vermelho a azul e expressões faciais correspondentes para representar níveis de esforço de 0 a 10. Essas ferramentas permitiram que algumas crianças definissem suas próprias metas, embora nem todas fossem capazes de fazê-lo, o que limita a validade desses resultados.

Estudos anteriores também relataram desafios no estabelecimento de metas com pais e filhos, considerando que essa é uma recomendação relativamente recente e ainda pouco adotado em centros de reabilitação (62). Estratégias para minimizar esses desafios também foram exploradas (63) o que motivou investigações adicionais que estão em andamento. Espera-se que essas estratégias que estão sendo desenvolvidas possam contribuir para que futuros estudos possam capturar a perspectiva das crianças de forma mais precisa.

De acordo com as recomendações disponíveis até o momento, todas as crianças conseguiram cumprir com o mínimo de horas recomendado de 14 horas para treinos direcionados a objetivos específicos e individuais (64). É importante destacar que a adesão dos participantes ao tratamento não atingiu 100% devido, principalmente, a fatores pessoais, como gripes e cólicas menstruais, além de problemas mecânicos no transporte particular de um participante. No entanto, considerando o contexto brasileiro e experiências anteriores com protocolos de intervenções intensivas, observa-se uma dificuldade recorrente na adesão a protocolos extensivos. Isso se deve, em grande parte, às características da população, que majoritariamente depende de serviços públicos de saúde e enfrenta limitações relacionadas à disponibilidade de transporte e recursos para participação em pesquisas científicas. Além disso, é fundamental considerar que, por se tratar de um país em desenvolvimento, fatores ambientais e familiares exercem forte influência sobre a adesão aos protocolos.

Este estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. Primeiramente, o número de avaliações de linha de base e de pós-intervenção, bem como a escolha dos desfechos em cada uma delas. Essa escolha visa minimizar possíveis desistências ao longo do processo, considerando a alta quantidade de desfechos e avaliações previstas no protocolo. Além disso, o estudo foi realizado em um único centro, o que pode reduzir a representatividade dos dados em cenários ampliados. Destaca-se também o possível efeito de aprendizagem dos participantes durante a realização das avaliações de linha de base. Esse fenômeno pode ter contribuído para mudanças nos desfechos antes mesmo do início da intervenção, entretanto, a randomização entre os períodos de avaliação de linha de base e pós-intervenção foram adotados a fim de minimizar esse efeito. Estudos futuros poderiam incorporar estratégias para minimizar esse efeito, como permitir avaliações iniciais de treinamento ou análises estatísticas mais robustas para controlar essas variáveis. Considerando o desenho de sujeito único, idealmente seriam necessárias mais medidas de linhas de base e pós-intervenção, porém, seria desafiador considerando a população alvo e contexto em que foi realizado o estudo. Por fim, em relação à análise dos dados da atividade cerebral, destaca-se uma limitação quanto à falta de coleta de dados fisiológicas (ex: fluxo sanguíneo no escalpo por meio de canais de separação curta), visto

que flutuações sistêmicas podem interferir na qualidade do sinal em especial durante a tarefa que envolve o teste TUG. Ainda, é importante mencionar que as análises de dados de fNIRS em nível individual, propostas pelo desenho de sujeito único, ainda não são consideradas robustas o suficiente, o que justifica a realização da análise a nível grupo para este desfecho.

Como conclusão, foi possível determinar a efetividade preliminar do protocolo Mob-IT, demonstrando melhora no desempenho em mobilidade de crianças com PC associadas a mudanças em componentes neurais e biomecânicos. É importante destacar que o protocolo Mob-IT não requer equipamentos caros, e todos os parâmetros de intervenção e métodos desenvolvidos foram publicados anteriormente em grande nível de detalhe (29,30), tornando este protocolo facilmente implementável em ambientes clínicos. Além disso, o Mob-IT minimiza a necessidade de capacitações de alto custo, promovendo acessibilidade e facilidade de adoção por terapeutas, aumentando assim a adesão e a aplicação prática. Os resultados do presente estudo são promissores e apontam desafios e potenciais estratégias que podem ser abordados em estudos de maior escala.

Referências

1. Graham HK, Rosenbaum P, Paneth N, Dan B, Lin JP, Damiano DiL, et al. Cerebral palsy. Vol. 2, Nature Reviews Disease Primers. Nature Publishing Group; 2016.
2. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. 2006.
3. Silva DBR, Pfeifer LI, Funayama CAR. Gross motor function classification system expanded & revised (GMFCS E & R): Reliability between therapists and parents in Brazil. Braz J Phys Ther. 2013;17(5):458–63.
4. Datniatiro DL, Abel MF. RELATION OF GAIT ANALYSIS TO GROSS MOTOR FUNCTION IN CEREBRAL PALSY.
5. Daly C, McKeating H, Kiernan D. Age related progression of clinical measures and gait in ambulant children and youth with bilateral cerebral palsy without a history of surgical intervention. Gait Posture. 2022 Jun 1;95:141–8.
6. Chakraborty S, Nandy A, Kesar TM. Gait deficits and dynamic stability in children and adolescents with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. Vol. 71, Clinical Biomechanics. Elsevier Ltd; 2020. p. 11–23.
7. Pirpiris M, Wilkinson AJ, Rodda J, Nguyen TC, Baker RJ, Nattrass GR, et al. Walking Speed in Children and Young Adults With Neuromuscular Disease: Comparison Between Two

Assessment Methods. *Journal of Pediatric Orthopaedics* [Internet]. 2003;23(3). Available from:

https://journals.lww.com/pedorthopaedics/fulltext/2003/05000/walking_speed_in_children_and_young_adults_with.6.aspx

8. Pavão SL, Nunes GS, Santos AN, Rocha NACF. Relationship between static postural control and the level of functional abilities in children with cerebral palsy. *Braz J Phys Ther*. 2014;18(4):300–7.
9. Pavão SL, dos Santos AN, Woollacott MH, Rocha NACF. Assessment of postural control in children with cerebral palsy: A review. Vol. 34, *Research in Developmental Disabilities*. 2013. p. 1367–75.
10. Alemdaroğlu E, Özbudak SD, Mandiroğlu S, Biçer SA, Özgirgin N, Uçan H. Predictive Factors for Inpatient Falls among Children with Cerebral Palsy. *J Pediatr Nurs*. 2017 Jan 1;32:25–31.
11. Sukal-Moulton T, de Campos AC, Alter KE, Huppert TJ, Damiano DL. Relationship between sensorimotor cortical activation as assessed by functional near infrared spectroscopy and lower extremity motor coordination in bilateral cerebral palsy. *Neuroimage Clin*. 2018 Jan 1;20:275–85.
12. Kurz MJ, Wilson TW, Arpin DJ. Stride-time variability and sensorimotor cortical activation during walking. *Neuroimage*. 2012 Jan 16;59(2):1602–7.
13. Kurz MJ, Wilson TW, Arpin DJ. An fNIRS exploratory investigation of the cortical activity during gait in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Brain Dev*. 2014 Nov 1;36(10):870–7.
14. Van Stan JH, Dijkers MP, Whyte J, Hart T, Turkstra LS, Zanca JM, et al. The Rehabilitation Treatment Specification System: Implications for Improvements in Research Design, Reporting, Replication, and Synthesis. Vol. 100, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. W.B. Saunders; 2019. p. 146–55.
15. Jackman M, Sakzewski L, Morgan C, Boyd RN, Brennan SE, Langdon K, et al. Interventions to improve physical function for children and young people with cerebral palsy: international clinical practice guideline. *Dev Med Child Neurol*. 2022 May 1;64(5):536–49.
16. Novak I, Morgan C, Fahey M, Finch-Edmondson M, Galea C, Hines A, et al. State of the Evidence Traffic Lights 2019: Systematic Review of Interventions for Preventing and Treating Children with Cerebral Palsy. Vol. 20, *Current Neurology and Neuroscience Reports*. Springer; 2020.

17. Levin MF, Demers M. Motor learning in neurological rehabilitation. Vol. 43, Disability and Rehabilitation. Taylor and Francis Ltd.; 2021. p. 3445–53.
18. Burtner PA, Leinwand R, Sullivan KJ, Goh HT, Kantak SS. Motor learning in children with hemiplegic cerebral palsy: Feedback effects on skill acquisition. *Dev Med Child Neurol*. 2014 Mar;56(3):259–66.
19. Hubbard IJ, Parsons MW, Carey LM. Task-specific training: evidence for and translation to clinical practice. *Occup Ther Int* [Internet]. 2009;16(4):175–89. Available from: www.interscience.wiley.com
20. Löwing K, Bexelius A, Brogren Carlberg E. Activity focused and goal directed therapy for children with cerebral palsy - Do goals make a difference? Vol. 31, Disability and Rehabilitation. 2009. p. 1808–16.
21. Sakzewski L, Bleyenheuft Y, Boyd RN, Novak I, Elliott C, Reedman S, et al. Protocol for a multisite randomised trial of Hand-Arm Bimanual Intensive Training Including Lower Extremity training for children with bilateral cerebral palsy: HABIT-ILE Australia. *BMJ Open*. 2019 Sep 1;9(9).
22. Figueiredo PRP, Mancini MC, Feitosa AM, Teixeira CMMF, Guerzoni VPD, Elvrum AKG, et al. Hand–arm bimanual intensive therapy and daily functioning of children with bilateral cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Dev Med Child Neurol*. 2020 Nov 1;62(11):1274–82.
23. Bleyenheuft Y, Ebner-Karestinos D, Surana B, Paradis J, Sidiropoulos A, Renders A, et al. Intensive upper- and lower-extremity training for children with bilateral cerebral palsy: a quasi-randomized trial. *Dev Med Child Neurol*. 2017 Jun 1;59(6):625–33.
24. Sudati IP, Gonçalves LPO, Pereira ND, Melger MJC, Rocha NACF, de Campos AC. TREINAMENTO INTENSIVO DE MOBILIDADE (Mob-IT) PARA CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL: PROTOCOLO DE ESTUDO DE SUJEITO ÚNICO. (2024). *Movimenta* (ISSN 1984-4298), 17(3), e20240027. <https://doi.org/10.31668/zmaqzw80>
25. Araneda R, Sizonenko S V., Newman CJ, Dinomais M, Le Gal G, Nowak E, et al. Functional, neuroplastic and biomechanical changes induced by early Hand-Arm Bimanual Intensive Therapy Including Lower Extremities (e-HABIT-ILE) in pre-school children with unilateral cerebral palsy: Study protocol of a randomized control trial. *BMC Neurol*. 2020 Apr 14;20(1).
26. Friel KM, Kuo HC, Fuller J, Ferre CL, Brandão M, Carmel JB, et al. Skilled Bimanual Training Drives Motor Cortex Plasticity in Children with Unilateral Cerebral Palsy. *Neurorehabil Neural Repair*. 2016 Oct 1;30(9):834–44.

27. Bleyenheuft Y, Dricot L, Gilis N, Kuo HC, Grandin C, Bleyenheuft C, et al. Capturing neuroplastic changes after bimanual intensive rehabilitation in children with unilateral spastic cerebral palsy: A combined DTI, TMS and fMRI pilot study. *Res Dev Disabil*. 2015 Aug 1;43–44:136–49.
28. Sudati IP, Damiano D, Rovai G, de Campos AC. Neural Correlates of Mobility in Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review. Vol. 21, *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2024.
29. Yücel MA, Selb JJ, Huppert TJ, Franceschini MA, Boas DA. Functional Near Infrared Spectroscopy: Enabling routine functional brain imaging. Vol. 4, *Current Opinion in Biomedical Engineering*. Elsevier B.V.; 2017. p. 78–86.
30. Gonçalves LPO, Sudati IP, da Silva APZ, Pereira ND, Rocha NACF, de Campos AC. Mobility Intensive Training (Mob-IT) Protocol for Children with Cerebral Palsy: Feasibility and Fidelity Results. *Disabilities* 2025, 5, 6. <https://doi.org/10.3390/disabilities5010006>
31. Tate RL, Perdices M, Rosenkoetter U, Shadish W, Vohra S, Barlow D, et al. Supplemental Material for The Single-Case Reporting Guideline In BEhavioural Interventions (SCRIBE) 2016 Statement. *Arch Sci Psychol*. 2016 Apr 14;
32. Romeiser-Logan L, Slaughter R, Hickman R. Single-subject research designs in pediatric rehabilitation: a valuable step towards knowledge translation. Vol. 59, *Developmental Medicine and Child Neurology*. Blackwell Publishing Ltd; 2017. p. 574–80.
33. Schiariti V, Selb M, Cieza A, O'Donnell M. International Classification of Functioning, Disability and Health Core Sets for children and youth with cerebral palsy: A consensus meeting. *Dev Med Child Neurol*. 2015 Feb 1;57(2):149–58.
34. Williams EN, Carroll SG, Reddiough DS, Philips BA, Galea MP. Investigation of the timed “Up & Go” test in children. *Dev Med Child Neurol*. 2005 Aug;47(8):518–24.
35. Carey H, Martin K, Combs-Miller S, Heathcock JC. Reliability and responsiveness of the timed up and go test in children with cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy*. 2016 Oct 1;28(4):401–8.
36. Menant JC, Maidan I, Alcock L, et al. A consensus guide to using functional near-infrared spectroscopy in posture and gait research. *Gait Posture*. 2020;82:254–265. doi:10.1016/j.gaitpost.2020.09.012
37. Alotaibi M, Long T, Kennedy E, Bavishi S. The efficacy of GMFM-88 and GMFM-66 to detect changes in gross motor function in children with cerebral palsy (CP): A literature review. Vol. 36, *Disability and Rehabilitation*. Informa Healthcare; 2014. p. 617–27.

38. Oeffinger D, Bagley A, Rogers S, Gorton G, Kryscio R, Abel M, et al. Outcome tools used for ambulatory children with cerebral palsy: Responsiveness and minimum clinically important differences. *Dev Med Child Neurol*. 2008;50(12):918–25.
39. Glazebrook CM, Wright FV. Measuring advanced motor skills in children with cerebral palsy: Further development of the challenge module. *Pediatric Physical Therapy*. 2014;26(2):201–13.
40. Wright FV, Lam CY, Mistry B, Walker J. Evaluation of the Reliability of the Challenge when used to Measure Advanced Motor Skills of Children with Cerebral Palsy. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2018 Aug 8;38(4):382–94.
41. Shore BJ, Allar BG, Miller PE, Matheney TH, Snyder BD, Fragala-Pinkham M. Measuring the Reliability and Construct Validity of the Pediatric Evaluation of Disability Inventory–Computer Adaptive Test (PEDI-CAT) in Children With Cerebral Palsy. *Arch Phys Med Rehabil*. 2019 Jan 1;100(1):45–51.
42. Mancini MC, Coster WJ, Amaral MF, Avelar BS, Freitas R, Sampaio RF. New version of the pediatric evaluation of disability inventory (PEDI-CAT): Translation, cultural adaptation to Brazil and analyses of psychometric properties. *Braz J Phys Ther*. 2016 Nov 1;20(6):561–70.
43. Law M, Baptiste S, Mccoll M, Opzoomer A, Polatajko H, Pollock N. The Canadian Occupational Performance Measure: An Outcome Measure for Occupational Therapy. *Canadian Journal of Occupational Therapy*. 1990;57(2):82–7.
44. Cusick A, Lannin NA, Lowe K. Adapting the Canadian Occupational Performance Measure for use in a paediatric clinical trial. *Disabil Rehabil*. 2007;29(10):761–6.
45. Pavão SL, Arnoni JLB, Rocha NACF. Effects of Visual Manipulation in Sit-to-Stand Movement in Children With Cerebral Palsy. *J Mot Behav*. 2018 Sep 3;50(5):486–91.
46. Hendricks S, Till K, Oliver JL, Johnston RD, Attwood MJ, Brown JC, et al. Rating of perceived challenge as a measure of internal load for technical skill performance. Vol. 53, *British Journal of Sports Medicine*. BMJ Publishing Group; 2019. p. 611–3.
47. Nourbakhsh MR, Ottenbacher KJ. The Statistical Analysis of Single-Subject Data: A Comparative Examination [Internet]. 1994. Available from: <https://academic.oup.com/ptj/article-abstract/74/8/768/2729332>
48. Santosa H, Zhai X, Fishburn F, Huppert T. The NIRS Brain AnalyzIR toolbox. *Algorithms*. 2018 May 1;11(5).

49. Byiers BJ, Reichle J, Symons FJ. Single-subject experimental design for evidence-based practice. Vol. 21, *American Journal of Speech-Language Pathology*. American Speech-Language-Hearing Association; 2012. p. 397–414.
50. Costa UM, Brauchle G, Kennedy-Behr A. Collaborative goal setting with and for children as part of therapeutic intervention. *Disabil Rehabil*. 2017 Jul 31;39(16):1589–600.
51. Damiano DL. Meaningfulness of mean group results for determining the optimal motor rehabilitation program for an individual child with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2014 Dec 1;56(12):1141–6.
52. Middel B, Van Sonderen E. Statistical significant change versus relevant or important change in (quasi) experimental design: some conceptual and methodological problems in estimating magnitude of intervention-related change in health services research [Internet]. Vol. 2, *International Journal of Integrated Care*. 2002. Available from: <http://www.ijic.org/>
53. Surkar SM, Hoffman RM, Willett S, Flegle J, Harbourne R, Kurz MJ. Hand-Arm Bimanual Intensive Therapy Improves Prefrontal Cortex Activation in Children with Hemiplegic Cerebral Palsy. *Pediatric Physical Therapy*. 2018 Apr 1;30(2):93–100.
54. Floyer-Lea A, Matthews PM. Changing brain networks for visuomotor control with increased movement automaticity. *J Neurophysiol*. 2004 Oct;92(4):2405–12.
55. Lin CC, Barker JW, Sparto PJ, Furman JM, Huppert TJ. Functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) brain imaging of multi-sensory integration during computerized dynamic posturography in middle-aged and older adults. *Exp Brain Res*. 2017 Apr 1;235(4):1247–56.
56. Rosenbaum PL, Walter SD, Hanna SE, Palisano RJ, Russell DJ, Raina P, et al. Prognosis for Gross Motor Function in Cerebral Palsy Creation of Motor Development Curves [Internet]. Available from: <https://jamanetwork.com/>
57. Zai W, Xu N, Wu W, Wang Y, Wang R. Effect of task-oriented training on gross motor function, balance and activities of daily living in children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. Vol. 101, *Medicine (United States)*. Lippincott Williams and Wilkins; 2022. p. E31565.
58. Cadieux JM, Pyhala SL, Johnson J V. Pediatric Walking Speed Normal Reference Values in a Local Population. *Pediatric Physical Therapy*. 2023 Jul;35(3):314–20.
59. Sudati IP, Sakzewski L, Fioroni Ribeiro da Silva C, Jackman M, Haddon M, Pool D, et al. Efficacy and threshold dose of intensive training targeting mobility for children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *Developmental Medicine and Child Neurology*. John Wiley and Sons Inc; 2024.

60. McColl MA, Denis CB, Douglas KL, et al. A Clinically Significant Difference on the COPM: A Review. *Can J Occup Ther*. 2023;90(1):92-102. doi:10.1177/00084174221142177
61. Angeli JM, Harpster K, Huijs L, Seid M, Sheehan A, Schwab SM. Patient-Centered Goal Setting in Developmental Therapy: Discordance between Documented Goals and Caregiver-Perceived Goals. *Pediatr Qual Saf*. 2019 Jul 1;4(4):E199.
62. Furtado MADS, Longo E, Campos AC de, Silva MAT da, Silva AC de C, Ayupe KMA, et al. Practices of Physical Therapists Who Assist People With Cerebral Palsy in Brazil: A National Survey. *Pediatric Physical Therapy*. 2024 Oct 1;
63. Brewer K, Pollock N, Wright FV. Addressing the challenges of collaborative goal setting with children and their families. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2014;34(2):138–52.
64. Jackman M, Lannin N, Galea C, Sakzewski L, Miller L, Novak I. What is the threshold dose of upper limb training for children with cerebral palsy to improve function? A systematic review. *Aust Occup Ther J*. 2020;67(3):269-280. doi:10.1111/1440-1630.12666

Material Suplementar – Estudo III

Figura 1. Exemplo de tarefa do protocolo Mob-IT



Legenda: Atividade de caminhada em tandem para o treinamento do equilíbrio dinâmico, direcionada à meta de melhorar a segurança e o equilíbrio ao andar. Os feedbacks fornecidos incluíram pistas visuais, exemplificadas pela faixa azul no chão, além do registro de quantas vezes o participante saiu da faixa ou apresentou desequilíbrios. A progressão da atividade envolveu variações como realizar tarefas de dupla atenção, incluindo carregar objetos, superar obstáculos ou realizar tarefas cognitivas simultâneas (como contar histórias, números ou listar nomes de animais).

Tabela 1. Resultados do teste TUG, comparando avaliações da última linha de base e primeira pós-intervenção

Participante	Última linha de base (s)	Primeira pós-intervenção (s)	Diferença pós-pré
P1	7,55	8,08	0,53

P2	22,10	15,35	-6,75*
P3	8,36	8,09	-0,27
P5	332	198,21	-133,79*
P6	119,33	143,33	22
P7	17,33	18,33	1
P8	8,33	7,63	-0,7*
P9	10,6	9,11	-1,49*

*diferença significativa de acordo com MCID

Tabela 2. Contraste entre resultados da estabilometria do pós-intervenção versus linha de base nas condições de olhos abertos e fechados

Participante	Olhos abertos (cm)	Olhos fechados (cm)
P1	0,00012288	0,00017191
P3	0,00075961	0,00034016
P8	-0,00050463	-0,00027335
P9	0,00043564	-0,00015816

6. CONCLUSÃO

Os estudos resultantes desta tese proporcionaram contribuições originais sobre a mobilidade de crianças e adolescentes com PC.

Por meio de revisões sistemáticas da literatura, foi possível demonstrar que crianças com PC apresentam atividade cerebral aumentada durante atividades de mobilidade quando comparadas a seus pares. Ademais, treinos orientados à tarefa, aplicados de maneira intensiva mostraram ser eficazes para melhorar diferentes desfechos relacionados à mobilidade, como velocidade da marcha, desempenho em mobilidade e função motora grossa.

Foi possível também demonstrar que o protocolo Mob-IT pode ser uma estratégia efetiva para promover melhoras em desfechos de mobilidade, que foram acompanhadas por mudanças biomecânicas e na atividade cerebral, o que descortina os mecanismos de ação do treino.

Os resultados, em conjunto, fornecem elementos para a compreensão de mecanismos de neuroplasticidade relevantes para a mobilidade, e permitem avançar em direção à elaboração de recomendações clínicas que favoreçam a implementação de intervenções que possam aprimorar a mobilidade de forma efetiva.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho sintetiza os esforços do grupo de pesquisa para produzir estudos metodologicamente replicáveis e aplicáveis na prática clínica, que promovam a implementação de práticas baseadas em evidências na área de Fisioterapia Neurofuncional da Infância e Adolescência. Em um contexto em que as famílias e os profissionais muitas vezes desconhecem ou não possuem recursos para acessar o conhecimento disponível e implementar as melhores práticas, a incorporação de elementos como o estabelecimento de metas colaborativas, o uso de recursos adaptáveis e acessíveis, e a divulgação explícita de todos os componentes da intervenção podem ser caminhos para expandir tais práticas para os cenários de atenção à saúde nacionais. Os resultados encontrados motivam a continuidade das investigações para que esta meta se concretize.

Ainda persistem diversas lacunas com relação à efetividade e aplicabilidade das intervenções que visam melhorar a mobilidade de indivíduos com PC. Um dos objetivos traçados no presente trabalho, que foi o de determinar a dose mínima necessária para obter mudanças na mobilidade (Estudo II), não foi atingido devido a limitações da literatura disponível. Por outro lado, a efetividade preliminar do protocolo Mob-IT sinaliza a possibilidade de que a dose mínima não seja largamente diferente daquela recomendada para intervenções com ênfase na função do membro superior, as quais embasaram a dose do protocolo aplicado. Assim, a perspectiva é que por meio de novos estudos, incluindo a continuidade das investigações sobre a efetividade do protocolo Mob-IT por meio de um estudo com metodologia mais robusta, em um futuro próximo seja possível estabelecer parâmetros específicos para as intervenções que almejem abordar objetivos de mobilidade.

Ainda, demonstrar o efeito de intervenções por meio da utilização de metodologias inovadoras, como o mapeamento cerebral empregado no presente estudo, contribui para qualificar o embasamento das intervenções terapêuticas, promovendo a Fisioterapia como ciência aplicada e relevante acadêmica e socialmente. Diante do exposto, considera-se que os resultados da presente tese contribuem para a linha de pesquisa em Fisioterapia Neurofuncional nos Ciclos da Vida, do Programa de Pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos e para elevar a ciência nacional.

7.1. Implicações clínicas

Esta tese contribui para a prática clínica, disponibilizando informações que podem apoiar a tomada de decisões pela comunidade de fisioterapeutas e profissionais da saúde que

trabalham com crianças e adolescentes com PC, além de fomentar discussões sobre práticas baseadas em evidências entre clínicos e gestores. .

A identificação de padrões de ativação a partir do Estudo 1 destaca a necessidade de promover a neuroplasticidade, além de estimular o desenvolvimento de estratégias personalizadas de reabilitação. O Estudo 2 fornece uma visão crítica da literatura, principalmente sobre a efetividade das intervenções de mobilidade, destacando quais abordagens têm maior suporte científico e quais carecem de evidências robustas. Esses estudos podem guiar a tomada de decisão clínica, promovendo a adoção de métodos mais eficazes e desestimulando abordagens com evidência limitada.

Por fim, o Estudo 3, com a aplicação clínica de uma intervenção intensiva e orientada a tarefas, baseada nas melhores recomendações para essa população, permitiu um olhar mais detalhado sobre os mecanismos de ação e os efeitos de uma intervenção intensiva e personalizada em nível individual. O estudo reforça a importância de programas terapêuticos direcionados a metas específicas para maximizar os ganhos funcionais

Em conjunto, os estudos estimulam a adoção de estratégias para tomada de decisão baseados em evidências, contribuindo para a formulação de diretrizes clínicas e políticas de reabilitação mais eficazes e acessíveis, minimizando a disparidade entre serviços de saúde públicos e privados.

ANEXO 1 – Comprovante de publicação do estudo I



International Journal of
Environmental Research
and Public Health



Systematic Review

Neural Correlates of Mobility in Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review

Isabella Pessôta Sudati ^{1,*}, Diane Damiano ², Gabriela Rovai ¹ and Ana Carolina de Campos ^{1,*}

¹ Department of Physical Therapy, Child Development Analysis Laboratory (LADI), Federal University of São Carlos (UFSCar), São Carlos 13565-905, SP, Brazil; grovai@estudante.ufscar.br

² Rehabilitation Medicine Department, Clinical Center, National Institutes of Health (NIH), Bethesda, MD 20892, USA; damianod@cc.nih.gov

* Correspondence: isabellatudati@estudante.ufscar.br (I.P.S.); accampos@ufscar.br (A.C.d.C.)

Abstract: Recent advances in brain mapping tools have enabled the study of brain activity during functional tasks, revealing neuroplasticity after early brain injuries and resulting from rehabilitation. Understanding the neural correlates of mobility limitations is crucial for treating individuals with cerebral palsy (CP). The aim is to summarize the neural correlates of mobility in children with CP and to describe the brain mapping methods that have been utilized in the existing literature. This systematic review was conducted based on PRISMA guidelines and was registered on PROSPERO (n° CRD42021240296). The literature search was conducted in the PubMed and Embase databases. Observational studies involving participants with CP, with a mean age of up to 18 years, that utilized brain mapping techniques and correlated these with mobility outcomes were included. The results were analyzed in terms of sample characteristics, brain mapping methods, mobility measures, and main results. The risk of bias was evaluated using a checklist previously created by our research group, based on STROBE guidelines, the Cochrane Handbook, and the Critical Appraisal Skills Programme (CASP). A total of 15 studies comprising 313 children with CP and 229 with typical development using both static and mobile techniques met the inclusion criteria. The studies indicate that children with CP have increased cerebral activity and higher variability in brain reorganization during mobility activities, such as gait, quiet standing, cycling, and gross motor tasks when compared with children with typical development. Altered brain activity and reorganization underline the importance of conducting more studies to investigate the neural correlates during mobility activities in children with CP. Such information could guide neurorehabilitation strategies targeting brain neuroplasticity for functional gains.

Keywords: cerebral palsy; children; brain mapping; cerebral activity; mobility



Citation: Sudati, I.P.; Damiano, D.; Rovai, G.; de Campos, A.C. Neural Correlates of Mobility in Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2024**, *21*, 1039. <https://doi.org/10.3390/ijerph21081039>

Academic Editor: Dilipkumar R. Patel

Received: 11 June 2024

Revised: 23 July 2024

Accepted: 31 July 2024

Published: 7 August 2024



Copyright: © 2024 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

Cerebral palsy (CP) is characterized by activity limitations caused by a group of disorders of movement and posture due to an injury in the developing brain [1]. Mobility, defined by the ability to move around in the environment to participate in daily activities and interact with family and society [2], is often limited in individuals with CP. In this study, we focused on the mobility activities outlined in Chapter 4 of the Activity and Participation section of the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) [3].

Several body functions and structures may contribute to mobility limitations in CP, including spasticity, range of motion, and altered selective motor control, and have been shown to impact gait pattern [4]. Changes in spatiotemporal (e.g., reduced gait velocity) and kinematic variables have been extensively described [5] and have been shown to correlate with mobility level [6].

The significance of motor findings in CP also may be influenced by injury-related factors such as location, timing, and extent [7,8]. White matter lesions are the most common

ANEXO 2 – Comprovante de publicação do estudo II

Received: 9 January 2024 | Accepted: 19 June 2024

DOI: 10.1111/dmcn.16040

SYSTEMATIC REVIEW

Efficacy and threshold dose of intensive training targeting mobility for children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis

Isabella Pessóta Sudati^{1,2}  | Leanne Sakzewski²  | Carolina Fioroni Ribeiro da Silva¹ | Michelle Jackman³  | Matthew Haddon⁴ | Dayna Pool⁵  | Maharshi Patel² | Roslyn N. Boyd²  | Ana Carolina de Campos¹

¹Physical Therapy Department, Federal University of São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brazil

²Queensland Cerebral Palsy and Rehabilitation Research Centre, Faculty of Medicine, Child Health Research Centre, The University of Queensland, Brisbane, Australia

³Cerebral Palsy Alliance Research Institute, University of Sydney, Sydney, Australia

⁴Physiotherapy Department, Perth Children's Hospital, Perth, Western Australia, Australia

⁵The Healthy Strides Foundation, Perth, Western Australia, Australia

Correspondence

Isabella Pessóta Sudati, Physical Therapy Department, Federal University of São Carlos, Rodovia Washington Luís, km 235 - SP-310, São Carlos, São Paulo, Brazil.
Email: isabellasadati@estudante.ufscar.br; tsasudati@hotmail.com

Funding information

National Health and Medical Research Council, Grant/Award Number: 1037220; Cerebral Palsy Alliance Research Foundation, Grant/Award Number: PH102221

Abstract

Aim: To systematically review the evidence for intensive mobility training in cerebral palsy (CP) and to determine the minimum effective dose to improve mobility.

Method: Randomized controlled trials (RCTs) or quasi-RCTs that included participants with CP, and which used intensive task-oriented training (TOT) mobility interventions and reported mobility outcomes, were included. Five databases were searched; two independent reviewers selected studies and extracted data. The Grading of Recommendations Assessment, Development, and Evaluation system and the Cochrane Risk of Bias 2 tool were used to rate the certainty of evidence at the outcomes level and to determine the risk of bias respectively. Meta-analyses were conducted with clinically homogeneous studies. Threshold dose was analysed through meta-regression.

Results: Forty-six RCTs with 1449 participants (mean age range 1 year 2 months to 16 years 4 months) were included. TOT had statistically and clinically significant effects on walking speed ($p=0.001$), cadence ($p=0.02$), gross motor function ($p=0.03$), and functional mobility ($p=0.009$) compared with control interventions. The threshold dose was undeterminable owing to the high heterogeneity of studies.

Interpretation: TOT may improve walking speed, walking endurance, and balance. Studies with homogeneous samples and outcomes are needed to support clinical recommendations for intensive mobility interventions.

Plain language summary: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/dmcn.16149>

[Correction added on 29 August 2024 after first online publication: The fourth affiliation was removed and the rest were reordered.]

Abbreviations: GMFM, Gross Motor Function Measure; RCT, randomized controlled trial; TOT, task-oriented training.

This is an open access article under the terms of the [Creative Commons Attribution](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© 2024 The Author(s). *Developmental Medicine & Child Neurology* published by John Wiley & Sons Ltd on behalf of Mac Keith Press.

TREINAMENTO INTENSIVO DE MOBILIDADE (MOB-IT) PARA CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL: PROTOCOLO DE ESTUDO DE SUJEITO ÚNICO

*MOBILITY INTENSIVE TRAINING (MOB-IT) FOR CHILDREN
WITH CEREBRAL PALSY: SINGLE SUBJECT STUDY PROTOCOL*

*ENTRENAMIENTO INTENSIVO DE MOVILIDAD (MOB-IT)
PARA NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL: PROTOCOLO DE
ESTUDIO DE UN SOLO SUJETO*

Resumo: Introdução: A mobilidade está entre as principais atividades limitadas e desafiadoras na paralisia cerebral (PC). O treinamento intensivo pode modificar a função motora e os padrões de atividade cerebral em crianças com PC, mas são escassos os protocolos baseados na mobilidade que adotam as recomendações motoras atuais para favorecer a aprendizagem motora. O estudo propõe tem por objetivo descrever a viabilidade e aceitabilidade do protocolo nomeado Treinamento Intensivo da Mobilidade (Mob-IT), e investigar de forma preliminar seu impacto na conquista dos objetivos: mobilidade, função motora grossa, atividade cerebral, oscilação postural e marcha. **Materiais e métodos:** Este estudo de sujeito único com múltiplas linhas de base recrutará 12 participantes com PC, no Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS) III, com idades entre 7 e 14 anos. O Mob-IT será aplicado 3 vezes/semana, 2 horas/dia, durante 4 semanas, com volume total de 24 horas. A viabilidade e a fidelidade serão monitoradas. A mobilidade será avaliada por diversas escalas clínicas, além da marcha, estabilidade e atividade cerebral. **Ética e Divulgação:** Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética local. Mob-IT é uma intervenção inovadora com foco na mobilidade, em contraste com outros protocolos intensivos voltados para a função dos membros superiores. irá avançar no conhecimento das mecânicas neurais e biomecânicas, e da possível alteração na mobilidade, além de mostrar a sua viabilidade e eficácia preliminar.

Palavras-chave: Paralisia cerebral; Treinamento intensivo; Mobilidade; Protocolo.

Abstract: Introduction: Challenges with mobility are among the main activity limitations in cerebral palsy (CP). Intensive training may modify motor function and patterns of brain activity in children with CP, but mobility protocols based on the current motor recommendations to favor motor learning are scarce. This study aims to describe the feasibility and acceptability of the Intensive Mobility Training (Mob-IT) protocol and to preliminarily investigate its impact on the achievement of goals: mobility, gross motor function, brain activity, postural sway, and gait. **Materials and methods:** This single-subject experiment with multiple baselines will recruit 12 children with CP, Gross Motor Function Classification System I to III, and aged from 7 to 14 years. Mob-IT will be applied three times/week, two hours/day for four weeks, with a total volume of 24 hours. Mobility changes will be evaluated by a variety of clinical scales besides gait, stability, and cerebral activity. Feasibility and fidelity will be monitored. **Ethics and Dissemination:** This study was approved by the local ethics committee. Mob-IT is an innovative intervention focusing on mobility in contrast with other intensive protocols targeting upper-limb function. This protocol will advance the knowledge of neural and biomechanical mechanisms and possible changes in mobility, besides showing its feasibility and preliminary effectiveness.

Keywords: Cerebral palsy; Intensive training; Mobility; Protocol.

Resumen: Introducción: La movilidad se encuentra entre las principales actividades limitadas y desafiantes en la parálisis cerebral (PC). El entrenamiento intensivo puede modificar la función motora y los patrones de actividad cerebral en niños con parálisis cerebral, pero los protocolos centrados en la movilidad que adoptan las recomendaciones motoras actuales para

Isabella Pessôta Sudatti¹

Luana Pereira Oliveira Gonçalves¹

Natalia Duarte Pereira¹

Maria Julia Checa Melger¹

Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha¹

Ana Carolina de Campos¹

1- Universidade Federal do Rio
Grande (FURG).

E-mail: acampos@furg.br

Recebido em: 16/06/2024

Revisado em: 29/08/2024

Aceito em: 07/09/2024



Copyright: © 2024. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received: 20 March 2023 | Accepted: 2 August 2023

DOI: 10.1111/tct.13653

RESEARCH ARTICLE

THE CLINICAL TEACHER 

Telehealth in paediatric physical therapy education: Strategies and perceptions of interns and caregivers of children with disabilities in Brazil

Isabella Pessóta Sudati  | Rayane Félix Lôbo Monteiro | Ana Beatriz Nasser |
Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha | Ana Carolina de Campos 

Department of Physical Therapy, Federal University of São Carlos, São Paulo, Brazil

Correspondence

Ana Carolina de Campos, Rua Sanctorso Chimiri 268, Santa Elisa, ZIP 13563-723, São Carlos, São Paulo, Brazil.
Email: accampos@ufscar.br

Funding information

Cerebral Palsy Alliance Research Foundation, Grant/Award Number: PHD02221; Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel; National Council for Scientific and Technological Development

Abstract

Aims: To describe the implementation of paediatric rehabilitation telehealth at a physical therapy (PT) unit in Brazil during the COVID-19 pandemic and to describe the perception about this modality by two groups: (1) undergraduate PT students using telehealth during their clinical rotations in this unit and (2) the caregivers of children with disabilities receiving the services.

Methods: Twenty-one PT interns (19 females; 25 ± 2 years of age) and seven caregivers (seven females; 40 ± 6 years of age) of seven children with disabilities (five females; 10 ± 4 years of age; five children diagnosed with cerebral palsy) responded to an online questionnaire about their experience with the telehealth programme. Participant attendance and frequency of objective responses were reported descriptively; open-ended responses were analysed qualitatively and grouped according to broad themes.

Results: 71.4% of interns rated telehealth as an excellent or good experience, and 28.6% did not appreciate it. In addition, 28.6% of them thought that telehealth should be part of the mandatory internship. Regarding caregivers, 85.8% judged the telehealth programme as excellent or good. Both interns and caregivers cited pros and cons related to technology, professional resources, communication skills and caregiver-related aspects, among others.

Conclusions: Specific teaching strategies had to be utilised for implementation of telehealth. Despite being a novel modality for interns and caregivers, telehealth was well accepted.

1 | INTRODUCTION

Social distancing was one of the strategies used to prevent the spread of COVID-19, causing a large impact in education and healthcare. One secondary consequence was that it encouraged the use of

remote healthcare tools instead of in-person contact¹ to face the negative effects of the COVID-19 pandemic on the health and well-being of individuals. This paradigm change has provided new opportunities for the development of student training processes, clinical research, continuing professional education and interdisciplinary interactions.²

Physical Therapy Services During COVID-19 Pandemic: Perception of Families of Brazilian Children With Physical Disabilities

Pedro Bittencourt de Oliveira, PT; Isabella Pessóta Sudati, PT; Laura Gabrielle Lima Gonçalves, PT; Ana Carolina de Campos, PT, PhD

Department of Physical Therapy, Federal University of São Carlos, São Paulo, Brazil.

Purpose: To describe the perspective of caregivers about physical therapy (PT) during the COVID-19 pandemic and the effect of social distancing on the health of children with physical disabilities.

Methods: This survey research used a remote questionnaire to identify the perceptions of caregivers about the effect of the COVID-19 pandemic on the health of children and adolescents with physical disabilities and on PT services. Data were analyzed using the frequency of responses; open-ended questions were analyzed through a hybrid approach to thematic analysis.

Results: Caregivers of 47 children with cerebral palsy were included. Although most received regular PT services during the pandemic, worsened children's physical conditions and anxiety were prevalent. Caregivers believed that they lacked technical skills.

Conclusions: Social distancing impacted the health of children with physical disabilities, especially their physical conditions. Identifying facilitators and barriers for PT services can be helpful in future similar scenarios.

Video abstract Supplemental Digital Content available at: <http://links.lww.com/PPT/A503>. (Pediatr Phys Ther 2024;36:217–223)

Key words: children, disabilities, participation, physical health, physical therapy, telehealth

WHAT THIS EVIDENCE ADDS

Current evidence: The COVID-19 pandemic affected rehabilitation services for children and adolescents with physical disabilities.¹

Gap in the evidence: Information about the effect on children's health condition and on barriers and facilitators for remote PT in Brazil is still scarce.

How does this study fill this evidence gap? The results add to current evidence by showing negative changes in the physical health of Brazilian children and adolescents with disabilities and highlight challenges related to caregiver burden and training affecting the implementation of PT services during the COVID-19 pandemic.

Implication of all the evidence: Improving remote PT efficiency may optimize care for children and adolescents with physical disabilities during global health emergencies and under other situations in which access to in-person services is limited.

0898-5669/110/0000-0001

Pediatric Physical Therapy

Copyright © 2024 Academy of Pediatric Physical Therapy of the American Physical Therapy Association

Correspondence: Ana Carolina de Campos, PT, PhD, Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Washington Luís, Km 235, CEP: 13565-905, São Carlos, SP, Brazil. (accampos@ufscar.br).

This work was supported by grant from the São Paulo Research Foundation (FAPESP) (grant number 2021/03207-1).

The authors declare no conflicts of interest.

Supplemental digital content is available for this article. Direct URL citation appears in the printed text and is provided in the HTML and PDF versions of this article on the journal's Web site (www.pedpt.com).

DOI: 10.1097/PEP.0000000000001089

Global Health

Global COVID-19 childhood disability data coordination: A collaborative initiative of the International Alliance of Academies of Childhood Disability

Verónica Schiariti^{a,*}, Ana Carolina de Campos^b, Isabella Pessóta Sudati^b, Arnab K. Seal^{c,d}, Priscilla E. Springer^e, Heather Thomson^f, Susan Wamithi^g, Guorong Wei^h, Alicia Spittle^{i,j} and Bernadette Gillick^k

^a*Division of Medical Sciences, University of Victoria, Victoria, BC, Canada*

^b*Laboratory of Analysis of Child Development, Department of Physical Therapy, Federal University of São Carlos, São Carlos, SP, Brazil*

^c*Leeds Community Healthcare NHS Trust, Leeds, UK*

^d*University of Leeds, Leeds, UK*

^e*Department of Paediatrics and Child Health, Faculty of Medicine and Health Sciences, Stellenbosch University, Cape Town, South Africa*

^f*Division of Developmental Paediatrics, University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa*

^g*Department of Paediatrics, Child & Adolescent Health at Aga Khan University Hospital, Nairobi, Kenya*

^h*Department of Pediatrics, Hebei Medical University, Shijiazhuang, China*

ⁱ*Murdoch Children's Research Institute, Melbourne, Australia*

^j*Department of Physiotherapy, University of Melbourne, Parkville, Australia*

^k*Department of Pediatrics, University of Wisconsin School of Medicine and Public Health, Madison, WI, USA*

Received 17 February 2022

Accepted 19 September 2022

Abstract.

PURPOSE: The International Alliance of Academies of Childhood Disability created a COVID-19 Task Force with the goal of understanding the global impact of COVID-19 on children with disabilities and their families. The aim of this paper is to synthesize existing evidence describing the impact of COVID-19 on people with disabilities, derived from surveys conducted across the globe.

METHODS: A descriptive environmental scan of surveys was conducted. From June to November 2020, a global call for surveys addressing the impact of COVID-19 on disability was launched. To identify gaps and overlaps, the content of the surveys was compared to the Convention on the Rights of the Child and the International Classification of Functioning, Disability and Health.

*Corresponding author: Verónica Schiariti, Division of Medical Sciences, University of Victoria, PO Box 1700 STN CSC,

Victoria, BC V8W 2Y2, Canada. Tel.: +1 2504725500; Fax: +1 2504725505; E-mail: vschiariti@uvic.ca.

Capítulo
14

Treino Específico da Tarefa

Ana Carolina de Campos
Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha
Isabella Pessóta Sudati
Bruna Romão da Silva

INTRODUÇÃO

O treino específico da tarefa consiste em uma abordagem com alto nível de evidência entre as intervenções recomendadas para indivíduos com paralisia cerebral (PC)¹, sendo incentivado por guias de prática clínica recentes². Por isso, o presente capítulo tem como objetivo a apresentação do treino específico da tarefa como estratégia de intervenção para indivíduos com PC, bem como a caracterização do treino, seus pressupostos teóricos e componentes, e uma apresentação detalhada de caso clínico em que foi utilizada essa abordagem.

PARTE I – DESCRIÇÃO DA INTERVENÇÃO

O treino específico da tarefa baseia-se na prática de atividades essenciais para a vida diária³, em que a criança aprende ativamente a resolver os problemas inerentes a uma tarefa funcional que tenha significado⁴ e foco no objetivo da própria criança⁵. Trata-se de um treino em que as crianças praticam tarefas de contextos específicos, recebendo alguma forma de *feedback*⁶. Nesse contexto, essa intervenção está voltada para execução de atividades específicas que o paciente deseja melhorar ou aprender⁷, focando na melhora do desempenho funcional da atividade motora, otimizando-a de modo que seja efetiva

ANEXO 5 – Parecer do Orientador Internacional



Report of Activities for Isabella Sudati during her visit to the University of Queensland

5th April 2024

To whom it may concern,

This report will provide an assessment of the activities undertaken by Isabella Pessóta Sudati during her time as a doctoral student on exchange at the Centre of Children's Health Research, The University of Queensland, from March 2023 to February 2024, under the supervision of Professors Roslyn Boyd and Leanne Sakzewski.

Throughout her exchange program, Isabella has actively engaged in various academic and research activities, demonstrating her commitment to her academic pursuits. The activities included collaboration in delivery of research interventions, data collection and analysis in several projects, as described below:

- Preschool HABIT-ILE camps: participated as physical therapist supervisor and was responsible for setting up the accelerometer monitors during the assessments and during the intensive therapy camp;
- Playfun project: scoring of videos for validation and reliability studies;
- Active Strides project: training for protocol implementation and monthly meetings;
- Data analysis: coding activities during gross motor function and walking endurance tasks, for validation and reliability studies using accelerometers.

Furthermore, Ms Sudati participated in monthly meetings with her supervisors and the research team. A systematic review study was conducted and submitted for publication during her exchange program following participation in a 9 week Systematic Review and Meta-analysis Course.

During her exchange program, Ms Sudati has also visited the University of Melbourne and spent one month participating in teaching and research activities under the supervision of Dr. Rachel Toovey. In addition, she has participated in two international conferences: the Rehab for Kids Conference, in Brisbane, and the American Academy for Cerebral Palsy and Developmental Medicine (AACPD) 77th Annual Meeting, in Chicago.

Ms Sudati has exhibited strong proactive and organizational skills to her academic responsibilities. She has consistently met deadlines and demonstrated a willingness to take on additional tasks for her academic development. Her ability to work both independently and collaboratively has been evident throughout her time at the Centre of Children's Health Research.

She has contributed significantly to research projects, demonstrating her proficiency in research methodologies, data analysis, and manuscript writing. Her contributions have been valuable to the progression of these projects.

Overall, Isabella Pessóta Sudati has made significant contributions to the academic and research community during her exchange program at our institution. Her intellectual curiosity, work ethic, and collaborative spirit have been exemplary.

For any further information, please do not hesitate to contact the supervisors.

Sincerely,



Professor Roslyn N. Boyd

PhD, MSc (PT), BAppSc (PT), BSc (Anatomy), Pgrad (Biomech)

Professor of Cerebral Palsy Research,

Queensland Paediatric Rehabilitation Service, Queensland Children's Hospital.

Scientific Director, Queensland Cerebral Palsy and Rehabilitation Research,

Faculty of Medicine, The University of Queensland.

Email: r.boyd@uq.edu.au;



Associate Professor Leanne Sakzewski Senior Research Fellow

The University of Queensland

Queensland Cerebral Palsy and Rehabilitation Research Centre (QCPRRC)

Centre for Children's Health Research Level 6, 62 Graham Street

South Brisbane Qld 4101 Australia

Email: l.sakzewski1@uq.edu.au

05th April, 2024.



ANEXO 6 - Comprovantes de submissão ao Comitê de Ética



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Mecanismos neurais e biomecânicos associados às mudanças na mobilidade funcional após um protocolo de treino intensivo orientado à tarefa em crianças e adolescentes com paralisia cerebral

Pesquisador: Ana Carolina de Campos

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 51559421.6.0000.5504

Instituição Proponente: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.649.027

Apresentação do Projeto:

Trata-se de uma solicitação de emenda do projeto de pesquisa aprovado em 23-11-2021, sob parecer nº 5.120.990. A solicitação da emenda está presente no arquivo PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_2002693_E2.pdf e documento de justificativa de Emenda anexados em 18/08/2022, e onde se lê:

Carta de apresentação da emenda

A/C Coordenação do CEP-Humanos da UFSCar,

Vimos por meio desta carta apresentar a solicitação de emenda do projeto "Mecanismos neurais e biomecânicos associados às mudanças na mobilidade funcional após um protocolo de treino intensivo orientado à tarefa em crianças e adolescentes com paralisia cerebral", CAAE:

51559421.6.0000.5504.

A emenda se faz necessária para atualização dos critérios de inclusão dos participantes do estudo, a partir da inclusão de crianças e adolescentes classificadas no nível III do Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS), tendo em vista que os participantes classificados neste nível são capazes de caminhar e se deslocar com o auxílio de dispositivos de mobilidade e que os atendimentos estão sendo realizados de forma individualizada e a nova população poderá ter

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

UF: SP

Município: SÃO CARLOS

Telefone: (16)3351-9685

CEP: 13.565-905

E-mail: cephumanos@ufscar.br



benefícios com a aplicação do protocolo. Com isso algumas informações foram atualizadas, como a descrição dos

critérios de inclusão em destaque amarelo na página 10 além de esclarecimento das adaptações necessárias para aplicação das avaliações, em destaque nas páginas 15, 16 e 18, e para a aplicação das intervenções,

destacadas em amarelo no Apêndice 2 (Manual de procedimentos). Além disso, algumas informações foram atualizadas no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e no Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (todas destacadas em amarelo).

Resumo:

Alterações na mobilidade funcional estão entre as principais limitações de atividade em indivíduos com paralisia cerebral (PC). Há evidências de que treinamentos intensivos modificam a função motora e padrões de atividade cerebral em indivíduos com PC, porém são escassos os protocolos focados na mobilidade funcional. Os objetivos do estudo serão descrever o desenvolvimento de um protocolo de terapia orientada à tarefa (TOT) para crianças e adolescentes com PC, e investigar os mecanismos neurais e biomecânicos associados às mudanças na mobilidade funcional após este protocolo. Neste estudo experimental de sujeito único com múltiplas linhas de base, serão recrutados 12 participantes com PC (idades de 7 a 16 anos e NIVEIS I a III NO SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DA FUNÇÃO MOTORA GROSSA [GMFCS]). Será aplicado um protocolo baseado nos princípios da TOT com foco em atividades de mobilidade funcional com volume total de 24 horas de intervenção. Os desfechos mensurados nas avaliações de linha de base (com intervalo aleatorizado entre participantes de 2 a 4 semanas) e após a intervenção incluirão: características cinemáticas E INERCIAIS durante tarefas de mobilidade funcional e área de oscilação do centro de pressão na postura em pé; AVALIAÇÃO DA HEMODINÂMICA CEREBRAL durante a marcha e manutenção da posição em pé (dessincronização relacionada à tarefa nas frequências alfa e beta); e mobilidade funcional (Timed Up and Go [TUG]); Medida da Função motora grossa [GMFM-66 e Teste Challenge] e Pediatric Evaluation of

Disability inventory [PEDI-CAT]). Quanto à viabilidade do protocolo, será descrita a aderência dos participantes, efeitos adversos, e satisfação dos participantes com os resultados. Medidas de tamanho do efeito serão empregadas para estimar o efeito da intervenção para os desfechos de interesse. Os resultados irão avançar o conhecimento sobre mecanismos neurais e biomecânicos relacionados ao treinamento orientado à tarefa com foco em mobilidade funcional, aprimorando o embasamento para o uso deste tipo de intervenção nesta população.

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9685

CEP: 13.565-905

E-mail: cephumanos@ufscar.br



Hipótese:

Referente à atividade cerebral, considerando que crianças e adolescentes com PC apresentam maior atividade cortical para controlar a marcha (41), e que melhor desempenho motor usualmente se relaciona com atividade mais focal (35,44), esperamos que anteriormente ao protocolo de intervenção será observada atividade cerebral aumentada durante as tarefas de mobilidade funcional investigadas no presente estudo.

As mudanças

na mobilidade funcional associadas ao protocolo Mob-IT serão acompanhadas por menor recrutamento do córtex sensório-motor durante atividades locomotoras, assim como durante a manutenção da postura ortostática quando comparadas com a situação em repouso. Tal redução seria indicativa de menor demanda por recursos neurais para realizar as tarefas motoras. Em relação às variáveis biomecânicas, tendo por base as mudanças nas variáveis cinemáticas da marcha associadas a treinos de marcha (33), e tendo em vista que treinos intensivos dos membros inferiores podem melhorar a coordenação entre membros em indivíduos com PC (45, 46), espera-se que após o protocolo Mob-IT seja verificada redução no tempo de realização do teste TUG, menor velocidade da marcha e melhora no padrão de coordenação interarticular. Quanto à estabilidade postural,

embora um protocolo de Habit-Ile (23) não tenha mudado significativamente a distribuição do peso corporal durante ortostatismo, espera-se que a especificidade da abordagem proposta no presente estudo a partir do protocolo Mob-IT resulte em diminuição da área de oscilação do centro de pressão na postura em pé. Ainda, espera-se que estas mudanças serão acompanhadas por melhor desempenho na mobilidade funcional, considerando que intervenções que forneçam treino funcional e direcionado a objetivos resultam em menor tempo de realização do teste TUG, maior independência em mobilidade segundo o Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI-CAT, domínio mobilidade) e melhor pontuação da função

motora grossa avaliada pela Medida da Função Motora Grossa (GMFM-66) e Teste Challenor (38.47.48). Tendo em vista resultados favoráveis na literatura quanto à implementação de protocolos desta natureza com foco na função do membro superior, o protocolo Mob-IT deverá disponibilizar uma metodologia sistematizada viável e efetiva para treino da mobilidade funcional em crianças e adolescentes com PC. A análise dos dados de

forma individualizada permitirá, ainda, identificar especificidades na resposta para cada variável de acordo com as metas estabelecidas e praticadas durante a intervenção.

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

UF: SP

Município: SÃO CARLOS

Telefone: (16)3351-9685

CEP: 13.565-905

E-mail: cephumanos@ufscar.br



Metodologia Proposta:

O estudo terá um desenho experimental de sujeito único com múltiplas linhas de base. Os participantes serão aleatoriamente alocados para avaliações de linhas de base, variando de 2 a 4 semanas de intervalo entre elas antes do início da intervenção. DA MESMA FORMA, AS AVALIAÇÕES FINAIS SERÃO RANDOMIZADAS VARIANDO DE 7 A 28 DIAS APÓS O TÉRMINO DA INTERVENÇÃO. Procedimentos Éticos: O projeto foi elaborado conforme as resoluções 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, FOI submetido E

ACEITO PELO CEP da UFSCAR e pelo Núcleo Executivo de Vigilância Sanitária da UFSCar, responsável por aprovar atividades presenciais durante o período de pandemia.

Os participantes do estudo deverão expressar sua concordância em participar por meio do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido. Seus respectivos responsáveis deverão assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Além disso, tanto os participantes como os pais deverão assinar o Termo de Consentimento para Uso de Imagem em eventos científicos, sem divulgação da identidade do participante. Procedimentos Gerais: Após o recrutamento dos possíveis participantes conforme os critérios de inclusão, serão realizados os procedimentos éticos e será agendada a data para a realização das avaliações e intervenção. Todas as avaliações serão realizadas no Laboratório de Análise do Desenvolvimento Infantil (LADI) - UFSCar, PODENDO ALGUMAS SESSÕES DE INTERVENÇÃO OCORRER NAS DEPENDÊNCIAS DA USE DE ACORDO COM OS RECURSOS NECESSÁRIOS (EM ANÁLISE PELA COPEX-USE). Primeiramente, serão coletados os dados pessoais, história clínica e antropométricos a partir de uma ficha de avaliação que poderá ser respondida de forma remota (via Google Forms) previamente ao dia da avaliação ou presencialmente, como o responsável da criança preferir. Após esse primeiro momento, serão realizados os procedimentos de

avaliação, conforme descrito no item a seguir, a intervenção, conforme descrito no item "Procedimentos de intervenção" e ao final, a reavaliação. Procedimentos de Avaliação: Todas as avaliações serão realizadas por dois examinadores, que darão início às avaliações após serem treinados para aplicação dos instrumentos e obterem índices adequados de confiabilidade intra e inter-observadores. Embora no presente desenho não seja possível cegar os examinadores quanto à alocação dos participantes, será garantido que os mesmos não estejam cientes dos objetivos individuais de tratamento traçados para cada participante. Além disso, na análise dos dados o momento da avaliação (linha de base, pré, ou pós) não será identificado para o responsável pelas análises. Instrumentos de Avaliação: Caracterização da população de estudo: Sistema de

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

UF: SP

Telefone: (16)3351-9685

Município: SAO CARLOS

CEP: 13.565-905

E-mail: cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 5.649.027

Classificação da Função Motora Grossa - Expandida e revisada (GMFCS-E&R); Hypertonia Assessment Tool (HAT); Escala de Ashworth modificada.

Avaliação da mobilidade funcional: Os instrumentos compreendem desfechos de interesse quanto à intervenção: Medida da Função Motora Grossa (GMFM-66); Teste Challenge; Pediatric Evaluation of Disability Inventory Computer Adapted Tests (PEDI-CAT); Medida Canadense de Desempenho Ocupacional (COPM); Avaliação estabilométrica (manutenção da postura em pé sobre plataforma de força); Avaliação cinemática da marcha; teste TUG-ABS; GAS; RATING OF PERCEIVED CHALLENGE

Avaliação da atividade cerebral: Será empregada uma avaliação DA HEMODINAMICA CEREBRAL ATRÁVÉS DO FNIRS associada às tarefas de mobilidade funcional: caminhada simples, teste TUG e manutenção da postura em pé.

Procedimentos de intervenção: O protocolo Mob-IT será aplicado com frequência de 3 dias na semana e terá duração de 4 semanas, com 2 horas cada sessão. As atividades serão baseadas nos princípios da TOT, nas necessidades e metas de mobilidade estabelecidas pela família e criança. ADESÃO AO TRATAMENTO: QUALITATIVE FEEDBACK QUESTIONNAIRE (QFQ).

Critério de Inclusão:

Os participantes que serão incluídos no estudo deverão ter o diagnóstico de PC, com idade entre 7 e 16 anos, serem CLASSIFICADOS NO SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DA FUNÇÃO MOTORA GROSSA (GMFCS) entre os NÍVEIS I A III, entender as instruções dos exercícios e completá-los, além de aceitar sua participação no estudo a partir do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado pelo responsável e o Termo de Assentimento pela criança. Serão feitos esforços para garantir representação equilibrada de participantes quanto aos níveis GMFCS e sexo.

Critério de Exclusão:

Critérios de Não-Inclusão: Não serão incluídos no estudo os participantes que ESTEJAM PARTICIPANDO DE TRATAMENTOS INTENSIVOS, apresentarem convulsões incontroláveis, problemas visuais e/ou cognitivos severos que interfiram no estudo, e/ou que realizaram cirurgia ortopédica ou neurológica ou aplicação de toxina botulínica 6 meses antes ou durante o estudo. Critérios de Descontinuação: As crianças que iniciarem uma

outra intervenção concomitante ao estudo, realizarem cirurgias e/ou ficarem hospitalizadas durante a aplicação do protocolo, ou não aderirem à intervenção serão descontinuadas do estudo.

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9685

CEP: 13.565-905

E-mail: cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 5.649.027

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Descrever o desenvolvimento de um protocolo, e investigar os mecanismos neurais e biomecânicos associados às mudanças na mobilidade associados após um protocolo de TOT, denominado Mobility Intensive Training (Mob-IT), aplicado em crianças e adolescentes com PC.

Objetivo Secundário:

1) Descrever o desenvolvimento do protocolo; 2) Caracterizar os padrões de ativação do córtex sensório motor durante a marcha e manutenção da posição em pé (dessincronização relacionada à tarefa) antes e após o protocolo Mob-IT; 3) Investigar as características cinemáticas da marcha e a oscilação do centro de pressão na postura em pé antes e após o protocolo Mob-IT; 4) Descrever mudanças na mobilidade funcional (estimada por medidas que refletem as categorias da CIF de mudar a posição do corpo; manter a posição do corpo, andar, deslocar-se por diferentes locais) associadas ao protocolo Mob-IT.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

O treino proposto pela pesquisa irá englobar atividades como sentar e levantar, exercícios de caminhada simples, com obstáculos ou diferentes superfícies, exercícios que remetem à atividades do dia a dia, exercícios de equilíbrio entre outros. Estas sessões irão contemplar períodos de descanso. Durante as avaliações e sessões de tratamento há risco mínimo de desequilíbrio e queda, e os pesquisadores estarão presentes para evitar que isto aconteça. Mesmo assim, caso isto ocorra, o participante criança será assistido imediatamente pelo pesquisador responsável e pelo tempo necessário. Os sensores usados para medir a atividade cerebral podem coçar ou apertar um pouco. Caso isso aconteça, serão tomadas medidas para aliviar a sensação. O participante será informado de que sua participação é voluntária e pode ser interrompida a qualquer momento sem prejuízos.

Benefícios:

O participante poderá ter benefício direto para a melhora da caminhada e mobilidade funcional com a participação no estudo. Além disso, este trabalho poderá contribuir de forma indireta na ampliação do conhecimento sobre o estado geral de saúde de crianças com paralisia cerebral.

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

UF: SP

Município: SÃO CARLOS

Telefone: (16)3351-9685

CEP: 13.565-905

E-mail: cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 5.649.027

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de uma pesquisa que deve seguir os preceitos éticos estabelecidos pela Resolução CNS nº 466/2012 suas complementares.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações"

Recomendações:

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações"

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Emenda pertinente, não descaracteriza o projeto inicial, apesar de ser a segunda emenda; Documentos foram alterados e estão de acordo.

Primeira já havia a inclusão da Unidade Saúde Escola (USE) como cenário de recrutamento e intervenção quando necessário usar algum dos recursos disponíveis. A proposta foi submetida e foi o comprovante em maio de 2022. Visto que já se passaram 4 meses desde a última submissão (E1), solicitamos à pesquisadora que ENCAMINHE A ANUÊNCIA DA USE via notificação na plataforma Brasil. A coleta de dados neste local só poderá ser iniciada posterior ao envio desta anuência ao CEP.

O projeto pode continuar o seu andamento no Laboratório de Análise do Desenvolvimento Infantil (LADI) - UFSCar, incorporando as alterações aqui apresentadas na emenda, EXCETO NA USE, até apresentação da anuência a este CEP.
O projeto pode continuar o seu andamento no Laboratório de Análise do Desenvolvimento Infantil (LADI) - UFSCar, incorporando as alterações aqui apresentadas na emenda, EXCETO NA USE, até apresentação da anuência a este CEP.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de ética em pesquisa - CEP, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS nº 466 de 2012 e 510 de 2016, manifesta-se por considerar "Aprovada" a emenda. A responsabilidade do pesquisador é indelegável e indeclinável e compreende os aspectos éticos e legais, cabendo-lhe, após aprovação deste Comitê de Ética em Pesquisa: II - conduzir o processo de Consentimento e de Assentimento Livre e Esclarecido; III - apresentar dados solicitados pelo CEP ou pela CONEP a qualquer momento; IV - manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa; V - apresentar no relatório final que o projeto foi desenvolvido conforme delineado, justificando, quando ocorridas, a sua mudança ou interrupção. Este relatório final deverá ser protocolado via notificação na Plataforma Brasil. OBSERVAÇÃO: Nos

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9685

CEP: 13.565-905

E-mail: cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 5.649.027

documentos encaminhados por Notificação NÃO DEVE constar alteração no conteúdo do projeto. Caso o projeto tenha sofrido alterações, o pesquisador deverá submeter uma "EMENDA".

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_2002693_E2.pdf	18/08/2022 15:15:58		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Mob_IT_CEP_emenda_2_.pdf	18/08/2022 15:14:45	ISABELLA PESSOTA SUDATI	Aceito
Outros	Carta_Justificativa_Emenda2.pdf	18/08/2022 15:12:07	ISABELLA PESSOTA SUDATI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_emenda2.pdf	18/08/2022 15:11:57	ISABELLA PESSOTA SUDATI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_emenda2.pdf	18/08/2022 15:11:49	ISABELLA PESSOTA SUDATI	Aceito
Outros	Submissao_Copex.pdf	05/05/2022 14:10:41	Ana Carolina de Campos	Aceito
Outros	TERMO_IMAGEM_PAIS_ATUALIZADO.pdf	05/05/2022 11:19:40	ISABELLA PESSOTA SUDATI	Aceito
Outros	TERMO_IMAGEM_PARTICIPANTES_ATUALIZADO.pdf	05/05/2022 11:19:20	ISABELLA PESSOTA SUDATI	Aceito
Outros	parecer.pdf	15/10/2021 15:08:15	Ana Carolina de Campos	Aceito
Outros	Carta_resposta.pdf	15/10/2021 15:07:16	Ana Carolina de Campos	Aceito
Folha de Rosto	FR_assinada.pdf	18/08/2021 17:33:30	Ana Carolina de Campos	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita apreciação da CONEP:

Não

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SÃO CARLOS

Telefone: (16)3351-9685

E-mail: cephumanos@ufscar.br



UFSCAR - UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SÃO CARLOS



Continuação do Parecer: 5.649.027

SAO CARLOS, 16 de Setembro de 2022

Assinado por:
Adriana Sanches Garcia de Araújo
(Coordenador(a))

ANEXO 7 – TERMOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Resolução 466/2012 do CNS)

Título do projeto: Mecanismos neurais e biomecânicos associados a mudanças na mobilidade funcional após um protocolo de treino intensivo orientado à tarefa em crianças e adolescentes com paralisia cerebral

Pesquisadora responsável: Prof^ª Dr^ª Ana Carolina de Campos

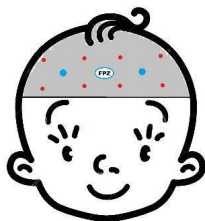
Você está sendo convidado(a) para participar da nossa pesquisa. A gente está fazendo esta pesquisa para entender melhor como seu cérebro e seu corpo irão se comportar depois da realização do nosso programa de exercícios. Se você concordar em participar desta pesquisa, você e as outras crianças que vão participar irão ajudar a gente a descobrir novos exercícios para fazer durante a fisioterapia, o que pode ajudar todas as crianças com paralisia cerebral.

Seu(sua) responsável já autorizou sua participação, então a gente quer saber se você também concorda em participar. Você não precisa participar dessa pesquisa se não quiser, é um direito seu. Não terá nenhum problema se você não aceitar ou desistir de continuar participando depois de ter começado.

Se você concordar em participar, o que vai acontecer é:

Antes de começar o programa de exercícios, nós iremos fazer alguns testes para ver como você caminha em linha reta, pula, corre, sobe e desce escada e também vamos ver seu equilíbrio. Todos os testes poderão ser realizados com o uso de andador ou muleta caso seja necessário. Além disso, vamos conversar para ver o que você e sua família gostariam que você fizesse, por exemplo, caminhar na calçada, melhorar seu equilíbrio entre outras atividades.

Em alguns testes, você usará uma touca na cabeça que tem alguns sensores, como na foto abaixo. Esses sensores irão verificar como seu cérebro funciona durante algumas atividades. Além da touca, em um teste de levantar da cadeira, caminhar e retornar, você usará um cinto para medir como você está andando. Terá um teste em que iremos colocar alguns marcadores em formato de bolinha com fita adesiva em pontos específicos do seu corpo e então algumas câmeras irão filmar somente a movimentação desses marcadores. E para finalizar, terá um teste que iremos verificar como você fica parado em cima de uma plataforma, tanto com os olhos abertos quanto com os olhos fechados. Se você não se sentir seguro(a) em fazer esse teste, ele não precisará ser realizado. Esses testes serão realizados 2 vezes antes de começar o programa de exercícios. O teste de sentar e levantar da cadeira será realizado mais uma vez, sendo que este poderá ser feito na sua casa, caso prefira.



Essa é a foto dos sensores que falamos para você!

Depois dos testes iremos começar nosso programa de exercícios. Você vai vir por 4 semanas seguidas, 3 vezes por semana e em cada dia o tempo total de participação será de mais ou menos 2 horas. Você irá realizar tarefas como andar, correr, pular, conforme você conseguir,

atividades como jogos, circuitos, entre outros. Além disso, nós iremos realizar e treinar atividades que você gostaria de fazer, como combinado nos testes.

Ao final do tratamento, vamos refazer os testes que descrevemos acima.

Tudo isso que você vai fazer é seguro, não vai causar nenhum tipo de dor em você, mas você pode se sentir cansado, irritado ou com qualquer outro incômodo durante a realização dos testes ou treino, aí você pode nos avisar que podemos parar para descansar e fazer outras coisas para você se sentir melhor, e depois a gente continua se você quiser.

Vamos filmar e tirar fotos de você durante a pesquisa para mostrar os testes e treinos que você fez em encontros de pesquisadores, revistas, ou algum outro lugar para as pessoas ficarem sabendo qual foi o resultado das atividades que a gente fez, mas ninguém que estará nesses lugares vai saber que você participou porque não vamos contar seu nome e nem mostrar seu rosto, já explicamos isto aos seu(sua) responsável, e ele(a) já concordou com isto.

Você e seu(sua) responsável não irão precisar pagar nada para participar da pesquisa, é tudo de graça. Se acontecer algum tipo de problema com a sua saúde ou dos seus responsáveis por causa das atividades que vamos fazer na pesquisa, a gente vai ajudar vocês no que precisar. Sempre que você quiser saber alguma coisa ou tiver dúvidas você pode nos perguntar/ligar, nossos telefones estão no fim deste documento, que é direito seu receber uma via igual a esta, para guardar com você se concordar em participar da pesquisa.

Você aceita participar?



() SIM



() NÃO

Endereço para contato (24 horas por dia e sete dias por semana):

Pesquisador Responsável: Ana Carolina de Campos

Endereço: Departamento de Fisioterapia - Rodovia Washington Luiz, km 235 São Carlos - SP
CEP: 13565-905

Contato telefônico:(16) 981101055 E-mail: accampos@ufscar.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(Resolução 466/2012 do CNS)

Título do projeto: Mecanismos neurais e biomecânicos associados a mudanças na mobilidade funcional após um protocolo de treino intensivo orientado à tarefa em crianças e adolescentes com paralisia cerebral

Pesquisador responsável: Prof^ª Dr^ª Ana Carolina de Campos

O seu(sua) filho(a) ou menor sobre sua responsabilidade está sendo convidado(a) para participar da pesquisa “Mecanismos neurais e biomecânicos associados a mudanças na mobilidade funcional após um protocolo de treino intensivo orientado à tarefa em crianças e adolescentes com paralisia cerebral”, que tem como pesquisadora responsável a professora Dr^ª Ana Carolina de Campos da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

O objetivo deste estudo é investigar os mecanismos neurais e biomecânicos associados às mudanças na mobilidade após um protocolo de terapia orientada à tarefa (TOT), denominado Mob-IT, aplicado em crianças e adolescentes com paralisia cerebral. Seu filho(a) ou menor sob sua responsabilidade foi selecionado(a) por ter idade entre 7 e 16 anos e ter diagnóstico de paralisia cerebral. A participação é voluntária, isto é, a qualquer momento ele(a) pode desistir de participar e retirar o consentimento. A recusa não trará nenhum prejuízo na sua relação com o pesquisador ou com a instituição que forneceu os dados.

Para entendermos melhor os princípios do tratamento, como o cérebro da sua criança irá se comportar após o protocolo e como que o serão as melhoras na mobilidade funcional do dia a dia da sua criança, iremos realizar um protocolo de intervenção fisioterapêutico com base nas necessidades relacionadas a mobilidade funcional relatadas por você e pela própria criança.

A criança participará do protocolo de exercícios fisioterapêuticos elaborado pelos próprios pesquisadores com base em evidências científicas. Será realizado dentro de 4 semanas, totalizando volume final de 24 horas de intervenção. A frequência de aplicação do protocolo será 3 vezes por semana, sendo cada sessão com duração média de 2 horas. As crianças que irão participar do protocolo serão acompanhadas por 2 fisioterapeutas previamente treinados para aplicar a intervenção. Para que a gente entenda se esse programa de exercícios que estamos investigando funciona mesmo, os participantes que aceitarem participar deste estudo não poderão fazer outras atividades intensivas de fisioterapia ou qualquer tipo de exercício intensivo durante o período de participação neste estudo.

Serão realizadas 3 avaliações antes da aplicação da intervenção, variando de 1 a 3 semanas de intervalo entre elas e 2 avaliações ao final da intervenção. A terceira avaliação antes do tratamento e a segunda depois do tratamento poderão ser realizadas em sua casa, caso seja de sua preferência, pois será aplicado somente um teste de sentar e levantar da cadeira. No início do estudo, previamente à avaliação presencial, serão coletados dados de identificação da criança e uma avaliação sobre a movimentação da criança de forma online, por um formulário elaborado pelas pesquisadoras.

Presencialmente, a avaliação é composta por 2 partes e poderá ser dividida em 2 dias. Na primeira parte serão realizados alguns testes para avaliarmos as dificuldades de movimentação da criança. Na segunda parte serão realizadas avaliações da caminhada, da mobilidade, do equilíbrio e da atividade cerebral.

Para avaliação da caminhada, serão posicionados marcadores refletivos em pontos específicos no corpo da sua criança e ela deverá caminhar em linha reta por 5 metros, por 3 vezes. Durante essa tarefa, algumas câmeras irão captar somente o movimento dos marcadores

posicionados na sua criança. Se sua criança fizer uso de algum dispositivo de mobilidade, este poderá ser utilizado durante a avaliação. No teste de mobilidade, sua criança realizará um teste de levantar da cadeira, caminhar até um cone, fazer a volta e retornar para a cadeira. Da mesma forma que no teste anterior, se sua criança fizer uso de algum dispositivo de mobilidade, este poderá ser utilizado durante a avaliação. Por fim, no teste de equilíbrio, sua criança precisará ficar em pé, com os pés descalços e o mais parado possível, sobre uma plataforma estática com os olhos abertos e depois com os olhos fechados. Caso sua criança não se sinta segura ou não tenha capacidade de se manter em pé, sem apoio ou auxílio, sobre a plataforma, este teste não será realizado.

A avaliação cerebral será realizada durante todos os testes descritos acima, por meio de uma “touca” posicionada na cabeça da criança que contém sensores não-invasivos que irão identificar o fluxo sanguíneo cerebral.

Vale ressaltar que o posicionamento dos marcadores não causará dor na sua criança, somente ao retirar que pode surgir um desconforto ao descolar da pele. Da mesma forma, o posicionamento da touca não causará dor na sua criança, somente uma leve “pressão” pois ela precisará ficar bem posicionada na cabeça da criança.

Entre 2 a 4 semanas após a primeira avaliação, serão realizadas mais duas avaliações. A segunda avaliação será com os mesmos testes que a avaliação anterior e a terceira avaliação será realizado somente um dos testes da avaliação. O tempo estimado para a realização da primeira parte da avaliação que será online é de aproximadamente 10 a 20 minutos, para a primeira parte presencial será de aproximadamente 1 a 2 horas e em média 1 hora na segunda parte. Caso a criança se sinta cansada, será possível interromper e terminar os testes em outro dia.

Todas as respostas da avaliação serão tratadas de forma anônima e confidencial, ou seja, em nenhum momento será divulgado seu nome ou nome de sua criança em qualquer fase do estudo. Quando for necessário exemplificar determinada situação, a privacidade será assegurada. Os dados coletados poderão ter seus resultados divulgados em eventos, revistas e/ou trabalhos científicos.

O preenchimento destes questionários não oferece risco imediato ao(a) senhor(a) e nem a sua criança, porém considera-se a possibilidade de um risco subjetivo, pois algumas perguntas podem remeter à algum desconforto, evocar sentimentos ou lembranças desagradáveis ou levar à um leve cansaço após responder os questionários. Caso algumas dessas possibilidades ocorram, o senhor(a) poderá optar pela suspensão imediata da entrevista, ou interrupção temporária e retomada quando se sentir melhor.

O treino proposto pela pesquisa irá englobar atividades como sentar e levantar, exercícios de caminhada simples, com obstáculos ou diferentes superfícies, exercícios que remetem à atividades do dia a dia, exercícios de equilíbrio entre outros. Se sua criança fizer uso de algum dispositivo de mobilidade, este poderá ser utilizado durante o tratamento. Estas sessões irão contemplar períodos de descanso.

Durante as avaliações e sessões de tratamento há risco mínimo de desequilíbrio e queda, e os pesquisadores estarão presentes para evitar que isto aconteça. Mesmo assim, caso isto ocorra, sua criança será assistida imediatamente pelo pesquisador responsável e pelo tempo necessário. Algumas pessoas relatam que os sensores usados para medir a atividade cerebral podem coçar ou apertar um pouco. Caso isso aconteça, podemos realizar algumas medidas para aliviar a sensação. O senhor(a) e sua criança não terão nenhum custo ou compensação financeira ao participar do estudo. Entretanto, todas as despesas com o transporte e a alimentação decorrentes da participação na pesquisa, quando for o caso, serão ressarcidas no dia da coleta. Vocês terão o direito a indenização por qualquer tipo de dano resultante da sua participação na pesquisa.

Sua criança poderá ter benefício direto para a melhora da caminhada e mobilidade funcional com a participação no estudo. Além disso, este trabalho poderá contribuir de forma indireta na ampliação do conhecimento sobre o estado geral de saúde da sua criança.

Seu filho(a) ou menor sob sua responsabilidade também vai receber um documento (Termo de Assentimento Livre e Esclarecido) explicando sobre a pesquisa para ver se ele concorda em participar. Iremos disponibilizar ambos os termos de forma remota para o senhor(a) e sua criança lerem. Ficaremos à disposição para eventuais esclarecimentos sobre como serão as atividades da pesquisa. Após a leitura, caso o senhor(a) e sua criança aceitem em participar, vocês deverão expressar o aceite assinalando nas opções disponibilizadas no formulário online.

O(a) senhor(a) receberá uma via deste termo, via email, onde consta o telefone para contato do pesquisador principal. Você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação a qualquer momento.

Preenchendo este documento, declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP – Brasil. Fone (16) 3351-9685. Endereço eletrônico: cephumanos@ufscar.br

Agradecemos sua colaboração!

() Concordo que minha criança participe da pesquisa

() Não concordo que minha criança participe desse projeto de pesquisa (o formulário será encerrado caso a opção escolhida seja essa).

Endereço para contato:

Pesquisador Responsável: Ana Carolina de Campos

Endereço: Departamento de Fisioterapia - Rodovia Washington Luiz, km 235 São Carlos - SP
CEP: 13565-905

Contato telefônico:(16) 981101055 E-mail: accampos@ufscar.br