

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

THALUANNA CALIL LOURENÇO CHRISTOVÃO

**EQUILÍBRIO E PALMILHAS POSTURAIS EM CRIANÇAS COM PARALISIA
CEREBRAL: ESTUDO CLÍNICO ALEATORIZADO CONTROLADO**

São Paulo, SP

2013

THALUANNA CALIL LOURENÇO CHRISTOVÃO

**EQUILÍBRIO E PALMILHAS POSTURAIS EM CRIANÇAS COM PARALISIA
CEREBRAL: ESTUDO CLÍNICO ALEATORIZADO CONTROLADO**

Dissertação apresentada à Universidade Nove de Julho, para
obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Orientadora: Claudia Santos Oliveira

São Paulo, SP

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Christovão, Thaluanna Calil Lourenço.

Equilíbrio e palmilhas posturais em crianças com paralisia cerebral: estudo clínico aleatorizado controlado. / Thaluanna Calil Lourenço Christovão. 2013.

94 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2013.

Orientador (a): Profa. Dra. Claudia Santos Oliveira.

São Paulo, 21 de outubro de 2013.

TERMO DE APROVAÇÃO

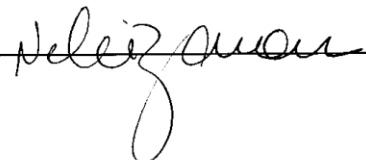
Aluno(a): THALUANNA CALIL LOURENÇO CHRISTOVÃO,

Título da Dissertação: "Equilíbrio e palmilhas posturais em crianças com paralisia cerebral: Estudo clínico aleatorizado controlado"

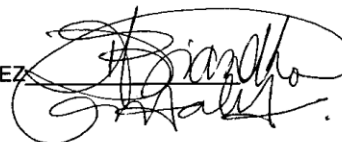
Presidente: PROFA. DRA. CLAUDIA SANTOS OLIVEIRA



Membro: PROFA. DRA. NELCI ZANON COLLANGE



Membro: PROFA. DRA. DANIELA APARECIDA BIASOTTO GONZALEZ



DEDICATÓRIA

Aos meus pais, que sempre me incentivaram a lutar e nunca desistir. E que sempre fizeram o impossível para que meus sonhos pudessem se tornar realidade.

AGRADECIMENTOS

Ao meu glorioso Deus... por me guiar nesta longa caminhada, por me dar coragem e força, por me cercar de pessoas tão especiais e permitir a concretização de mais um sonho!

Aos meus pais, que nunca mediram esforços para me apoiar, muitas vezes esquecendo-se deles próprios. Sempre me ensinaram a viver em um mundo onde as coisas não acontecem se não existir muito trabalho e persistência. E que o primeiro passo para a concretização de algo é sonhar... sonhar grande!

À minha irmã Thyanna, por sempre estar presente nos momentos que mais precisei, me entendendo e sempre dando força para enfrentar os obstáculos. Obrigada pelas madrugadas em claro, pelas inúmeras matérias tomadas.. Pelas traduções de última hora!

Ao meu noivo, amor da minha vida, Sergio, por sempre estar ao meu lado, me compreendendo e apoiando. Por acreditar na minha capacidade e por ter tido paciência com o meu cansaço e nervoso dos dias difíceis. Além de participar de inteiramente, com vontade e carinho, das longas leituras e traduções. Obrigada por ser este companheiro maravilhoso, fazendo com que eu veja tudo com bons olhos e sempre mantendo um sorriso no rosto!

A minha orientadora, Profa. Dra. Claudia Santos Oliveira, que acreditou no meu trabalho, me acolheu com muito carinho e respeito, sendo sempre paciente, dedicada e disposta a me ensinar cada vez mais. Muito obrigada por depositar em mim confiança e conhecimento.

Aos meus pacientes (e pais) por estarem sempre dispostos, motivados e confiantes com o meu trabalho. Sem vocês nada disso seria possível.

Aos amigos e colegas do Laboratório de análise de Movimento. Nada seria possível sem uma ótima equipe. Obrigada por me ensinarem absolutamente tudo e ainda por cima pela ajuda nas coletas, nas tabulações, nas publicações. Obrigada!

RESUMO

INTRODUÇÃO: A principal alteração presente nas crianças com paralisia cerebral é o comprometimento motor. Para isso, diferentes intervenções terapêuticas buscam favorecer o controle motor seletivo, entre elas, as órteses. Diferentes tipos de órteses são utilizadas com esse objetivo, destacando o uso das órteses fixas e articuladas. Considerando que as palmilhas posturais tem o objetivo de reorganizar a mecânica postural e reorganizar o tônus muscular, essa pode exercer um papel semelhante as das órteses convencionais.

OBJETIVO: Verificar o efeito das palmilhas posturais no equilíbrio estático e equilíbrio funcional das crianças com paralisia cerebral e comparar com palmilhas lisas. **METODOLOGIA:** Inicialmente foi realizada uma revisão

sistemática da literatura considerando os seguintes critérios de inclusão: (1) desenho: ensaio clínico controlado; (2) população: crianças e adolescentes com paralisia cerebral; (3) intervenção: órteses rígidas ou articuladas; (4) desfecho: melhora da função motora e desempenho da marcha. Em seguida, foi realizado um ensaio clínico aleatorizado controlado duplo cego no qual após cumprimento dos aspectos legais e os critérios de elegibilidade, 10 crianças entre 4 e 12 anos foram divididas aleatoriamente em grupo controle (12) e grupo experimental (12). As crianças do grupo controle fizeram uso da palmilha placebo e as crianças do grupo experimental das palmilhas posturais. Essas palmilhas foram confeccionadas em etilvinilacetato, que no caso das palmilhas posturais, receberam termomoldagem para fixação das peças podais relacionadas a correção postural e no caso das palmilhas placebos não receberam as peças de correção. Com relação a avaliação, essa foi composta da função motora grossa, do equilíbrio estático e funcional, da mobilidade e do desempenho funcional. A avaliação de equilíbrio será realizada com utilizada a plataforma de força, marca *Kistler* modelo 9286BA, A análise dos dados considerou a aderência a curva de Gauss, pelo teste Kolmogorov- Smirnov e como esses apresentaram-se paramétricos, foram expressos em média (desvio padrão ou intervalo de confiança de 95%). Para análise intergrupos foi utilizado o teste t independente e para análise intragrupo foi utilizada ANOVA de medidas repetidas. **RESULTADOS:** Na revisão sistemática, os resultados

descritos demonstram que atualmente diversos tipos de palminhas são estudadas e desenvolvidas com o intuito de reforçar as informações somatossensoriais. Já os artigos clínicos forneceram evidências de que as palmilhas posturais promovem melhorias no equilíbrio, contribuindo para melhor compreensão e integração nos recursos terapêuticos utilizados na reabilitação física aplicada a neurologia pediátrica.

Palavras-chave: paralisia cerebral, palmilhas posturais, criança, equilíbrio postural.

ABSTRACT

INTRODUCTION: The main change present in children with palsy cerebral is the motor impairment. For this, several therapeutic interventions seek to promote the selective motor control, among them the orthoses. Different types of orthotics are used for this purpose, highlighting the use of fixed and articulated orthoses. Whereas the postural insoles aims to reorganize and rearrange mechanical postural muscle tone, that may play a role similar to the conventional orthoses. **OBJECTIVE:** The aim of the present study was to determine the effect of the combination of postural insoles and ankle-foot orthoses on static and functional balance in children with CP. **METHODS:** a systematic review of the literature considering the following inclusion criteria was done: (1) design controlled clinical trial; 2) intervention: insole; 3) outcome: change in static postural balance; and 4) year of publication: 2005 to 2012. Next, we conducted a randomized controlled double blind in which after meeting the legal aspects and the eligibility criteria, 10 children between 4 and 12 years old were randomly divided into a control group (12) and experimental group (12). Children in the control group used the placebo insole and children in the experimental group used postural insoles. These insoles were made in ethylene vinyl acetate, which in the case of postural insoles, received thermoforming to fasten the foot problems related to postural correction and in the case of placebo insoles did not receive the correct parts. In relation to evaluation, this was composed of gross motor function, static balance and functional mobility and functional performance. The evaluation will be carried out of balance with the force platform used, brand model Kistler 9286BA. Data analysis considered the adherence to the bell curve, by Kolmogorov-Smirnov and how they were presented parametric, were expressed as mean (standard deviation or confidence interval of 95%). For intergroup analysis it was used the independent t test and intragroup analysis was used repeated measures ANOVA. **RESULTS:** In the systematic review the results described demonstrate that currently many types of Palminhas are studied and developed in order to strengthen the somatosensory information. Already Articles provided clinical evidence that postural insoles provides evidence that such insoles promote an

improvement in balance. The findings contribute to a better understanding of therapeutic resources employed in pediatric neurology.

Key words: Cerebral palsy, balance, orthoses, postural insole

SUMÁRIO

1.0 – Contextualização	15
2,0–Justificativa	18
3.0 – Objetivos	19
2.1 – Objetivo geral	19
2.2 – Objetivos específicos.....	19
4.0 Material e Métodos.....	20
4.1 Desenho do estudo.....	20
4.2 Aspectos éticos.....	21
4.3 Recrutamento e caracterização da amostra.....	21
4.4.Cálculo da amostra.....	22
4.5 Randomização.....	22
4.6 Alocação secreta.....	22
4.7 Equipamentos.....	23
4.8 Instrumentos.....	24
4.9 Procedimentos.....	26
4.10 Análise dos resultados.....	29
5.0 – Resultados	30
4.1 – Artigo 1: Effect of different insoles on postural balance: a systematic review.....	30
4.2 – Artigo 2: Effect of postural insoles on balance in children with cerebral palsy: Preliminary, randomized, double-blind, clinical trial	42
4.3 – Artigo 3: Effect of postural insoles on static and functional balance in children with cerebral palsy: A randomized controlled study	57
5.0 – Considerações finais	69
6.0 – Referências bibliográficas	70
7.0 – Apêndices	78
7.1 – Apêndice 1: Comprovante de submissão do artigo 2.....	78
7.2 – Apêndice 2: Comprovante de submissão do artigo 3.....	79
7.0 – Anexos	80

LISTA DE TABELAS

Table 1: (paper 1)	Characteristics of papers included in review.....	35
Table 2: (paper 1)	Methods and results of papers included in review.....	36
Table 3: (paper 1)	Methodological quality of papers included in this review..	37
Table 1: (paper 2)	Anthropometric characteristics and functional classification of children studied	48
Table 2: (paper 2)	GMFM-88 scores before and after three months of insole use (mean $\pm$ SD).....	52
Table 1: (paper 3)	Anthropometric characteristics and functional classification of participants.....	64
Table 2: (paper 3)	Inter-group analyses before and after insole usage	65
Table 3: (paper 3)	Inter-group stabilometry analyses before and after insole us.....	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Fluxograma do estudo segundo o CONSORT	20
Figura 2	Representação das palmilhas após a termomoldagem. A – Vista anterior; B- Vista lateral, evidenciando as três porções.	24
Figura 1 (paper 2)	Intra-group and inter-group comparison (mean $\pm$ SD) of balance measured using the Berg Balance Scale	49
Figura2 (paper 2)	Intra-group and inter-group comparison (mean $\pm$ SD) of balance measured using the Timed Up-and-Go Test....	50
Figura 3 (paper 2)	Intra-group and inter-group comparison (mean $\pm$ SD) of functional mobility measured using the Six-Minute Walk Test.....	51
Figura 1 (paper 3)	Flowchart of study.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS

AP: Antero-Posterior

AFOs: Órteses pé- tornozelo

CONSORT: *Consolidated Standards of Reporting Trials*

COP: centro de pressão

EEB: Escala de equilíbrio de Berg

FC: frequência cardíaca

FR: frequência respiratória

GC: Grupo Controle

GE: Grupo Experimental

GMFCS: Sistema de classificação da função motora grossa

GMFM: Mensuração da função motora grossa

IMC: índice de massa corporal

ML: Médio- lateral

MF: mobilidade funcional

OA: Olhos abertos

OF: olhos fechados

PC: Paralisia cerebral

SPSS: *Statistical Packge for the Social Sciences*

SNC: Sistema Nervoso Central

TC6min: Teste de caminhada de 6 minutos

TCLE: Termo de consentimento livre e esclarecido

TUG: Teste *time up and go*

1. Contextualização

A Paralisia Cerebral (PC) é uma alteração da postura e do movimento, permanente, mas não imutável, resultante de um distúrbio no cérebro, não progressivo, devido a fatores hereditários, eventos ocorridos durante a gravidez, parto, período neonatal ou durante os primeiros dois anos de vida, causando limitações nas atividades motoras, frequentemente acompanhadas de distúrbios de sensação, cognição, comunicação, percepção e comportamento ⁽¹⁾. Em uma definição mais atual, a PC é uma doença crônica com um distúrbio do movimento, da postura e da função motora, mas não progressiva, devido às lesões ou às anormalidades do cérebro imaturo ^(2,3).

O comprometimento neuromotor dessa doença pode envolver partes distintas do corpo resultando em classificações topográficas específicas como quadriplegia, hemiplegia e diplegia ⁽⁴⁾.

Porém, atualmente as crianças com PC são classificadas de acordo com a sua funcionalidade pois essa engloba além das funções do corpo, as atividades e a participação social. O *Gross Motor Function Classification System for Cerebral Palsy* (Sistema de Classificação da Função Motora Grossa – GMFCS) ⁽⁵⁾ classifica a criança de acordo com a idade (0-2, 2-4, 4-6, e 6-12 anos) e os respectivos níveis funcionais. ^(6,7)

Destaca-se ainda outras possibilidades de avaliação, direcionadas a mobilidade funcional, que são a *Berg Balance Scale* (EEB – Escala de Equilíbrio de Berg) e o teste *Time up and go* (TUG – Levantar e caminhar cronometrado). Essas escalas avaliam de forma quantitativa o equilíbrio funcional. ^(8,9)

Crianças com PC podem apresentar tônus muscular alterado e controle postural anormal, os quais afetam a capacidade funcional do equilíbrio. O equilíbrio e o controle postural na posição vertical são componentes fundamentais do movimento, pois envolvem tanto a capacidade de se recuperar de instabilidades, quanto a capacidade de se antecipa-las. ^(10,11)

O equilíbrio é um processo complexo que depende da integração da visão, da sensação vestibular e periférica, dos comandos centrais e respostas neuromusculares e, particularmente, da força muscular e tempo de reação.

Para obter o equilíbrio, o indivíduo necessita manter o centro de massa corporal dentro dos seus limites de estabilidade, sendo determinada pela habilidade em controlar a postura sem alterar a base de suporte. ⁽¹²⁾

Este se apresenta de três formas: Estático; dinâmico; e recuperação. Para manter o equilíbrio em qualquer postura, o corpo humano precisa receber informações sobre a sua posição no espaço e sobre o ambiente. Essas informações são recebidas por meio do sistema neural, que integra a informação sensorial para acessar a posição e o movimento do corpo no espaço e o sistema musculoesquelético que gera forças para controlar a posição do corpo, conhecido como o sistema de controle postural. ^(13,14,15)

O pé é uma zona de contato do corpo com o solo. Este fato colabora com o equilíbrio e ajusta a postura corporal na posição ereta. Pelo fato de ser rica em receptores cutâneos, exteroceptores e proprioceptivos, o sistema podal é uma ferramenta importante do sistema nervoso central (SNC) no controle da postura. O SNC utiliza as vias motoras ascendentes, que recebem informações podais, para controlar as posições dos pés e do corpo e para coordenar os movimentos posturais em relação ao meio externo ^(16,17)

Nesse sentido, diferentes intervenções terapêuticas buscam favorecer o controle motor seletivo e a coordenação da ação muscular, entre elas, destaca-se a utilização das órteses de posicionamento, que segundo Morris (2002) tem a finalidade de melhorar o padrão postural e o equilíbrio. ⁽¹⁸⁾

Podem ser prescritas para esses pacientes diferentes tipos de órteses, entre elas, as AFOs (órtese tornozelo-pé) que auxiliam no alinhamento biomecânico e capacidade funcional. ⁽¹⁹⁾

Com objetivos semelhantes, as palmilhas posturais buscam reorganizar o tônus das cadeias musculares e influenciar na postura corporal através de reflexos de correção. Estas agem na propriocepção muscular e levam as modificações nas cadeias proprioceptivas ascendentes. ⁽²⁰⁾

Segundo Gagey & Weber (2000) existem regiões específicas na planta dos pés cuja estimulação provoca uma modificação do tônus postural e um reposicionamento do nivelamento da pelve e das assimetrias musculares da coluna vertebral. ⁽²¹⁾

A reprogramação postural ocorre quando os mecanorreceptores da região plantar são ativados por uma deformação na pele proporcionada por

relevos descritos como peças podais e que são fixadas nas palmilhas. Estas peças são divididas em elementos, barras, calços ou cunhas.⁽²²⁾

2. Justificativa

Sabe-se que as AFOs são utilizadas para favorecer a função e prevenir deformidades. Com esse mesmo objetivo as palmilhas posturais podem ser empregadas oferecendo a vantagem de serem mais funcionais, ou seja, oferecendo benefícios semelhantes às AFOs porém com menor limitação funcional favorecendo a performance na marcha.

Além disso, a palmilha postural deve ser utilizada dentro de sapatos tradicionais, não ficando visível externamente, fato esse que gera um menor constrangimento ao usuário.

Outro aspecto a ser considerado é que as palmilhas posturais apresentam um custo baixo de produção, tendo um custo final 80% menor do que as AFOs sendo uma opção importante para a população de baixa renda.

3. Objetivos

3.1. Objetivo geral

É verificar o efeito da associação das palmilhas posturais e das órteses pé- tornozelo no equilíbrio estático e equilíbrio funcional das crianças com paralisia cerebral e comparar com palmilhas lisas.

3.2. Objetivos específicos

- Verificar os efeitos das palmilhas posturais sobre a mobilidade funcional de crianças com PC imediatamente após a aplicação das palmilhas posturais, 3 meses após a aplicação das palmilhas posturais, após um mês sem o uso da mesma.
- Verificar os efeitos do das palmilhas posturais sobre a função motora grossa de crianças com PC imediatamente após a aplicação das palmilhas posturais, 3 meses após a aplicação das palmilhas posturais, após um mês sem o uso da mesma.
- Verificar os efeitos do das palmilhas posturais sobre a independência e o desempenho funcional de crianças com PC imediatamente após a aplicação das palmilhas posturais, 3 meses após a aplicação das palmilhas posturais, após um mês sem o uso da mesma.
- Verificar os efeitos do das palmilhas posturais sobre o equilíbrio estático e funcional de crianças com PC imediatamente após a aplicação das palmilhas posturais, 3 meses após a aplicação das palmilhas posturais, após um mês sem o uso da mesma.

4. Material e Métodos

4.1. Desenho do estudo

Trata-se de um estudo clínico, controlado, randomizado, duplo cego (Figura 1).

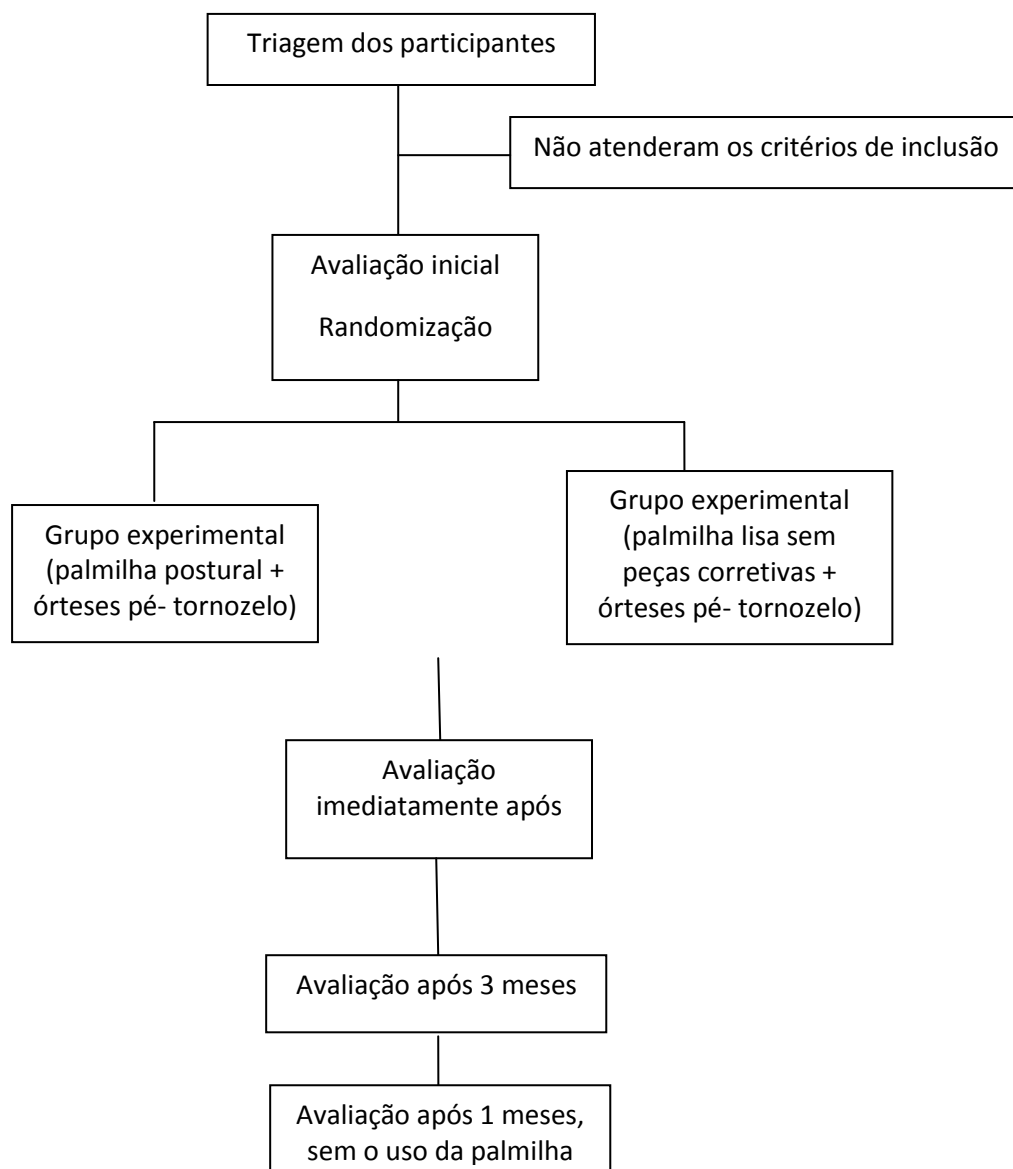


Figura 1: Fluxograma do estudo segundo o CONSORT.

4.2. Aspectos éticos

O estudo foi realizado na Universidade Nove de Julho (São Paulo, Brasil), após aprovação do Comitê de Ética da Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brasil, sob número do protocolo 43696\2011, datada de 8 de agosto de 2011, em conformidade com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional da Saúde do Brasil. Está registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (Número de Inscrição: RBR6d342s - <http://www.ensaiosclinicos.gov.br/news/>). (ANEXO1)

Todos os responsáveis concordaram com a participação da criança, por meio da assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Foi permitido o afastamento a qualquer momento sem ônus algum. (ANEXO2)

4.3. Recrutamento e caracterização da amostra

Crianças com PC foram recrutadas a partir das clínicas de fisioterapia da Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brasil. Os participantes foram recrutados e selecionados para elegibilidade por meio dos critérios descritos abaixo:

Critérios de inclusão: diagnóstico de PC; idade entre três e 12 anos de vida; sem qualquer deficiência cognitiva e visual que pudesse interferir na realização das tarefas; diagnóstico funcional entre os níveis I e II do GMFCS (Palisano et al. 2007); conseguissem permanecer em ortostatismo sem apoio; deambular funcionalmente e de forma independente há no mínimo 12 meses e o responsável concordasse com a participação da criança no estudo por meio da assinatura do TCLE.

Critérios de exclusão: crianças com PC que tenham sido submetidas a procedimentos cirúrgicos ou a aplicação de fenol nos últimos 12 meses ou a bloqueios neurolíticos nos últimos seis meses antes das sessões de

treinamento; crianças com deformidades ortopédicas estruturadas com indicações cirúrgicas.

4.4. Cálculo da amostra

O desfecho primário do estudo é a oscilação do centro de pressão. Como não foram encontrados estudos com objetivo de analisar os efeitos das palmilhas posturais proprioceptivas sobre a oscilação do centro de pressão, o cálculo amostral foi feito com base em um estudo que analisou o uso de órtese de tornozelo-pé. Um estudo publicado por Roque *et al* (2012) identificou uma redução da oscilação médio-lateral do centro de pressão de 7.4mm (tamanho do efeito esperado) de crianças com paralisia cerebral com o uso de órteses de tornozelo-pé. Considerando um desvio padrão de 4.7mm encontrado pelos meses autores, um alfa bidirecional de 0.05 e um poder de 80% serão necessárias 8 crianças por grupo. A amostra será ampliada em 20% afim de evitar efeitos de possíveis *droupouts*, finalizando com um número de 10 crianças em cada grupo, totalizando um número de 20 participantes.

Dessa forma, a amostra populacional que fez parte deste estudo foi composta de 20 crianças com PC entre 4 e 12 anos de idade, de ambos os sexos.

4.5. Randomização

Após o cumprimento dos critérios de elegibilidade e da avaliação inicial, os participantes foram distribuídos aleatoriamente em um grupo experimental (Uso da palmilha postural) e um grupo controle (Uso da palmilha lisa). O número de randomização foi gerado usando uma tabela de randomização em um escritório central.

4.6. Alocação secreta

Uma série de numerados, selados, envelopes opacos foi usada para garantir a confidencialidade. Cada envelope contém um cartão estipulando a que grupo a criança deve ser alocada.

4.7. Equipamentos

Para mensuração da massa corporal e estatura foi utilizada uma balança mecânica de até 150kg da marca *Welmy*, com precisão de 0,1Kg e 0,1cm, devidamente calibrada.

Para demarcação da distância do teste TUG foi utilizada uma fita métrica e uma cadeira com encosto.

Para avaliação do equilíbrio estático foi utilizada a plataforma de força, marca Kistler modelo 9286BA, a qual permite uma análise estabilométrica por meio do registro da oscilação do centro de pressão (COP). A frequência de aquisição será de 50 Hz captados por 4 sensores piezoelétricos posicionados nas extremidades da plataforma cuja as dimensões são de 400/600mm. Os dados serão registrados e interpretados pelo o software SWAY, desenvolvido pela BTS Engineering, integrado e sincronizado ao sistema SMART-D 140®.

As palmilhas posturais que foram utilizadas pelas crianças do grupo palmilha são divididas em porção superficial, media e profunda. A porção superficial é composta por um tecido que recobre as outras porções tendo a finalidade de absorver o suor e promover uma sensação de conforto ao pé. Na porção medial o material utilizado é o EVA (Etilvenilacetato) com espessura de 3 mm. Já, a porção inferior é composta por um material formado por uma trama de fios de algodão e resina colante com espessura de 1mm. Nesta porção são posicionadas as peças podais (barras, elementos, cunhas e calços), confeccionadas de EVA com espessuras, densidades e resistências próprias, que tem a finalidade de estimular a pele em regiões pré-determinadas e promover a reprogramação postural (9). As peças usadas no presente foram de meia-lua e anti-valgus.

Após serem posicionadas as diferentes porções e a peças podais , foi realizada a termomoldagem da palmilha promovendo a fusão das diferentes

porções e peçais podais (Figura 2). Todo material utilizado para a confecção das palmilhas são da marca Podaly®.

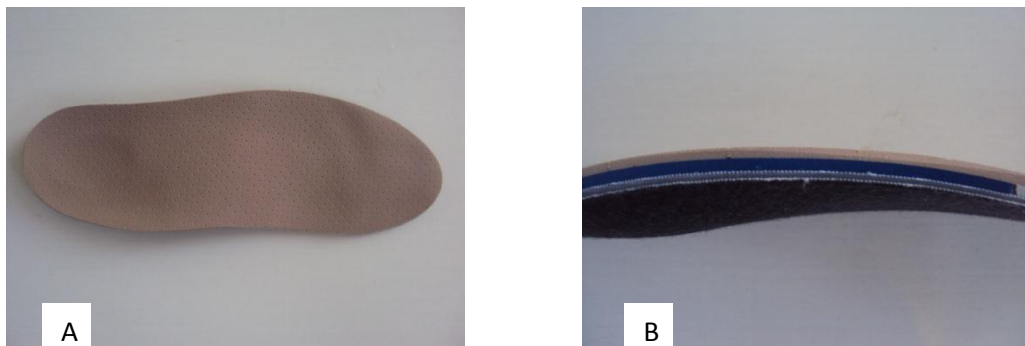


Figura 2 – Representação das palmilhas após a termomoldagem. A – Vista anterior; B- Vista lateral, evidenciando as três porções.

4.8. Instrumentos

Ficha de identificação: para este projeto foi construída uma ficha de identificação, constituída dos seguintes itens: nome, data de nascimento, idade (anos e meses), nível do GMFCS, diagnóstico topográfico da PC, peso (kg), estatura (cm), índice de massa corporal ($\text{IMC} - \text{Kg/m}^2$), idade de aquisição da marcha (anos e meses), recurso auxiliar de marcha (andador ou muleta) e órtese utilizada diariamente (ANEXO 3).

Sistema de Classificação da Função Motora Grossa: as crianças foram classificadas com relação ao nível de função motora grossa pelo GMFCS (ANEXO 4). O sistema classifica a criança entre nível I e V, sendo que no estudo são incluídos apenas participantes com nível I, II. O nível I refere-se ao paciente que anda sem limitações e o nível II ao paciente que anda com limitações (Palisano *et al.* 1997).

Mensuração da Função Motora Grossa: avaliada por meio do GMFM-88 (ANEXO 5). Este instrumento tem como objetivo avaliar de forma quantitativa a função motora grossa de indivíduos com PC. O teste é constituído de medidas observacionais as quais avaliam a função motora grossa, por meio de 88 itens distribuídos em cinco dimensões: A) deitado e rolando; B) sentado; C) engatinhando e ajoelhado; D) em pé; e E) andando, correndo e pulando. Os itens de cada dimensão são pontuados em uma escala de quatro pontos, que varia de zero a três (Russell *et al.* 2000; Russell *et al.* 2002).

Berg Balance Scale: o equilíbrio funcional foi avaliado por meio da escala de equilíbrio de Berg (EEB) (ANEXO 6). Esta consiste em 14 tarefas semelhantes às várias atividades de vida diária. Os itens são pontuados em uma escala ordinal de cinco pontos (0, 1, 2, 3 ou 4), sendo zero referente a incapacidade de exercer atividades sem auxílio e quatro a habilidade em realizar tarefas com independência. A pontuação máxima é 56 pontos. Os pontos são baseados no tempo em que uma posição pode ser mantida, na distância em que o membro superior é capaz de alcançar a frente do corpo e no tempo para completar a tarefa. O tempo de execução é de aproximadamente 20 minutos. A EEB é realizada com a criança vestida, e fazendo o uso de órtese e/ou auxiliar de marcha de uso habitual (Berg *et al.* 1989; Kembhavi *et al.* 2002).

Teste *time up and go*: consiste em um teste rápido e prático que é amplamente utilizado como instrumento de avaliação da mobilidade funcional e o risco de quedas (Podsiadlo *et al.* 1991; Willians *et al.* 2005;). O teste quantifica em segundos a mobilidade funcional por meio do tempo que o indivíduo realiza a tarefa, ou seja, em quantos segundos ele levanta de uma cadeira padronizada sem apoio e braços, caminha três metros, vira, volta rumo a cadeira e senta novamente (ANEXO 7).

Teste de caminhada de 6 minutos: é uma medida confiável para avaliar a aptidão física e a mobilidade funcional (*American Thoracic Society* 2002; Li *et al.* 1995; Maher *et al.* 2008). O teste quantifica em metros a mobilidade funcional por meio da distância percorrida pelo indivíduo em seis

minutos. É realizado de acordo com as diretrizes estabelecidas pela *American Thoracic Society* (ANEXO7).

Estabilometria: Kistler modelo 9286BA, a qual permite uma análise estabilométrica por meio do registro da oscilação do centro de pressão (COP).

4.9. Procedimentos

Mensalmente foi realizado um levantamento dos pacientes com PC em tratamento e que receberam alta das clínicas de fisioterapia da Universidade Nove de Julho e do Centro de Neurocirurgia Pediátrica, São Paulo, Brasil. As crianças foram triadas segundo os critérios de inclusão e exclusão descritos no item 4.3. As crianças selecionadas e que os responsáveis assinam o TCLE foram avaliadas e alocadas aleatoriamente no grupo experimental (GE) ou no grupo controle (GC) .

Todos os participantes fizeram uso das palmilhas por 6 horas diárias durante o período mais ativo do dia. No restante do dia permaneceram fazendo uso das AFOs apenas.

O processo de avaliação (antes, logo após , três meses após e após um mês sem palmilha) foi realizado em três dias não consecutivos, com período máximo de uma hora e 30 minutos por dia. Inicialmente, a ficha de identificação é preenchida e os dados antropométricos mensurados (massa corporal, estatura e IMC). A ordem das avaliações foi determinada por meio de sorteio. O avaliador foi cego com relação ao grupo em que a criança foi alocada.

O processo de avaliação foi realizado em três diferentes condições: descalço, com os sapatos e palmilhas lisas sem peças corretivas ou palmilhas posturais. Sendo avaliadas em quatro momentos: Antes, imediatamente após , após três meses com o uso da palmilha e um mês sem o seu uso da mesma . A ordem de ensaio nas diferentes condições foi determinada aleatoriamente, para evitar a normalização do comportamento da amostra.

A seguir a descrição dos procedimentos da avaliação:

1. Teste de caminhada de 6 minutos (Li *et al.* 1995; *American Thoracic Society*, 2002; Maher *et al.* 2008; Thompson *et al.* 2008): o teste é realizado com o uso de órtese e se necessário de recurso auxiliar de marcha habitual. Neste, a criança parte da postura em pé, e é orientada a caminhar com uma velocidade auto-selecionada, sem correr por seis minutos por um percurso de 30 metros, podendo variar o ritmo ou até mesmo fazer períodos de descanso. O teste é realizado duas vezes, sendo a primeira para familiarização e a segunda considerada para o estudo.
2. GMGM-88 (Russell *et al.* 2000; Russell *et al.* 2002): aplicado com a criança em diferentes posturas (deitado, sentando, gato, ajoelhado, semi-ajoelhado, em pé). Cada item é demonstrado e explicado para criança. A criança tem três oportunidades para realizar o item. O tempo estimado para sua aplicação é de uma hora.
3. EEB (Berg *et al.* 1989; Kembhavi *et al.* 2002): para aplicação dos 14 itens propostos pela EEB a criança permanece na postura senta e em pé, bem como realiza trocas posturais entre estas mesmas posturas. O tempo estimado para sua aplicação é 20 minutos.
4. TUG: realizado após explicação dos procedimentos adotados. Neste teste a criança parte da posição inicial, sentada em uma cadeira com 90 graus de flexão dos quadris e joelhos, e é instruída a se levantar, andar por um percurso de três metros até um ponto marcado no chão, regressar e tornar a sentar-se na cadeira. O teste é realizado com o uso da órtese e quando necessário com recurso auxiliar de marcha. A criança é instruída a realizar o teste numa velocidade auto-selecionada, de forma segura. Os seguintes comandos são dados para a criança: “Você deverá levantar da cadeira que está sentado, andar até o aquele ponto marcado no chão, virar, voltar e sentar novamente na cadeira. Eu vou marcar o tempo com este cronômetro. Lembre-se que não é necessário correr. Apenas caminhe. Vou começar a marcar o tempo quando disser Vá. Lembre-se de esperar que eu diga vá. Um, dois, três,

Vá”. O teste é realizado duas vezes, sendo a primeira para familiarização.

5. Avaliação estabilométrica: O intervalo dos primeiros 6 segundos da série dos dados é considerado como um período de adaptação, já o intervalo dos últimos 4 segundos foi considerado como um período onde as crianças poderiam apresentar diminuição do tempo de atenção a tarefa solicitada; portanto estes períodos foram desconsiderados na análise dos dados coletados. Deste modo, os dados foram citados como uma série temporal de 20 segundos.

O registro do centro de pressão(COP) para o estudo do equilíbrio estático, foi realizada com o apoio dos dois pés sobre a plataforma de forças, com os pés naturalmente posicionados com olhos abertos e olhos fechados.

Durante a aquisição dos sinais, o ambiente do teste estava silencioso. A criança realizou o teste com os pés próximos ao centro da plataforma, de forma estática, com os membros superiores relaxados ao longo do corpo, com a cabeça ereta e direcionada para um diferencial fixado à parede, distante um metro à sua frente.

A aquisição foi feita durante 30 segundos, por duas tentativas para cada modalidade, para obtenção de um valor médio. Entre cada coleta, foi dado um tempo de descanso de um minuto. Todos os dados eram armazenados para posteriormente serem analisados.

Os parâmetros mensurados foram os deslocamentos nos eixos ântero-posterior (x) e deslocamentos nos eixos médio-lateral (y), e ainda a velocidade de deslocamento do centro de pressão (CP).

Após a avaliação inicial as crianças são distribuídas aleatoriamente no grupo experimental ou no grupo controle.

4.10. Análise dos resultados

Os dados foram inicialmente submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov para determinar a aderência à curva de Gauss. Como os dados foram paramétricos, os resultados foram expressos como média e desvio padrão ou intervalo de confiança de 95%. O tamanho do efeito foi calculado considerando a média da diferença entre os resultados obtidos com os participantes descalço, com palmilhas lisas sem peças corretivas e palmilhas lisas sem peças corretivas e palmilhas posturais. O teste t independente foi utilizado para a análise inter-grupos. Medidas repetidas ANOVA foi utilizado para a análise intra-grupo em cada condição. Um valor de $p \leq 0,05$ foi considerado significativo. Os dados foram organizados e tabulados utilizando o Statistical Package for Social Sciences (SPSS v.19.0).

5. Resultados

5.1 Artigo 1 –Publicado

Christovão TCL , Pasini Neto H, Grecco LAC et al. Journal of Physical Therapy Science 10/2013; 25(10):1353-1356.v

EFFECT OF DIFFERENT INSOLES ON POSTURAL BALANCE: A SYSTEMATIC REVIEW

Thaluanna Calil Lourenço Christovão ¹, Hugo Pasini Neto², Luanda André Collange Grecco ³, Luiz Alfredo Braun Ferreira⁴, Renata Calhes Franco de Moura ⁵, Maria Eliege de Souza ⁶, Luis Vicente Franco de Oliveira ⁷, Claudia Santos Oliveira⁸

1. Physical Therapist, Master's Student in Rehabilitation Sciences, Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brazil. e-mail: thaluannalc@hotmail.com
2. Physical Therapist, Doctoral Student in Rehabilitation Sciences, Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brazil. e-mail: hugopneto@yahoo.com.br
3. Physical Therapist, Master's Student in Rehabilitation Sciences, Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brazil. e-mail: luandacollange@terra.com.br
4. Physical Therapist, Doctoral Student in Rehabilitation Sciences, Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brazil.
5. Physical Therapist, Doctoral Student in Rehabilitation Sciences, Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brazil

6. Physical Therapist, Master's Student in Rehabilitation Sciences, Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brazil.
7. Physical Therapist, Professor of Master's and Doctoral Program in Rehabilitation Sciences, Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brazil
8. Physical Therapist, Professor of Master's and Doctoral Program in Rehabilitation Sciences, Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brazil.
e-mail: csantos@uninove.br

Movement Analysis Laboratory, Universidade Nove de Julho, Brazil

Mailing Address: Thaluanna Calil Lourenço Christovão
Rua Luis Augusto de Campos – Mirandópolis ; CEP- 04052-060 – São Paulo, SP – Brazil; Email: thaluannalc@hotmail.com

ABSTRACT

Purpose: The aim of the present study was to perform a systematic review of the literature on the effect of different insoles on postural balance. **Subjects and Methods:** A systematic review was conducted of four databases. The papers retrieved were evaluated based on the following inclusion criteria: 1) design: controlled clinical trial; 2) intervention: insole; 3) outcome: change in static postural balance; and 4) year of publication: 2005 to 2012. **Results:** Twelve controlled trials were found comparing the effects of different insoles on postural balance. The papers had methodological quality scores of 3 or 4 on the PEDro scale. **Conclusion:** Insoles have benefits that favor better postural balance and control.

Key words: Postural Balance, Proprioception, Foot

INTRODUCTION

Balance and posture are aspects of the postural control system. Postural orientation is the position of body segments in relation to each other and the surrounding environment. Postural balance is the forces that act on the body and the maintenance of equilibrium during motor actions ⁽¹⁾. Individuals stabilize themselves in their environment using information from the eyes, vestibular system and soles of the feet ^(2,3). The functions of the feet involve the distribution of plantar pressure, support of the body, the absorption of impact and postural adjustments for the maintenance of an erect standing posture ^(2, 4). Exteroceptors and proprioceptors in the feet play an important role in postural control. The central nervous system uses ascending motor pathways that receive information from the feet to control the position of the body and coordinate posture in relation to the surrounding environment ^(5,6).

Posturology unites knowledge about the prevention and treatment of postural problems in neurophysiology with the use of orthopedic insoles. According to Bricot 4 and Viladot 9, the aim of orthopedic insoles is to support the body, correct deformities and improve foot function. Postural insoles simulate correction reflexes, affect muscle proprioception in the feet and modify the activation of ascending proprioceptive chains ^(4,7,8,9). The aim of postural insoles is to assist in the treatment of postural problems, relieve pain and treat conditions of the locomotion system (legs, knees, ankles and feet) ⁽¹⁰⁾. Postural insoles are custom made and thermal molded in orthopedic material, such as microfoam, rigid or semi-rigid rubber of different densities, polypropylene, plastazote, evazote, etc ¹⁰⁾. A number of studies have reported the importance of insoles for improving postural balance.

Systematic methods are used to avoid bias and to make possible a more objective analysis of the results, facilitating a conclusive synthesis about certain interventions. ⁽¹¹⁾

The aim of the present study was to perform a systematic review of the literature on the effect of different insoles on postural balance.

METHODS

Searches were carried out of the Medline, LILACS, PEDro and SciELO databases using the keywords insole and postural balance.

The papers retrieved were evaluated by two blinded researchers employing the following inclusion criteria: 1) design: controlled clinical trial; 2) intervention: insole; 3) outcome: change in static postural balance; and 4) year of publication: 2005 to 2012.

The selected papers were analyzed with regard to the methodological quality using the PEDro scale. This scale has 11 items for the assessment of internal validity and statistical information in randomized, controlled trials. Each adequately met item contributes one point to the maximal score of 10 points except Item 1, which is related to external validity. The official score of the papers described in the electronic database was used. For cases in which the manuscript was not found in this database, the evaluation was performed independently by two blinded researchers. A third researcher performed the evaluation when divergences occurred in the evaluations of the first two researchers.

RESULTS

The search of the Medline, PEDro, LILACS and SciELO databases led to the retrieval of 12 different titles and abstracts of papers on the comparison of the effect of different insoles on postural balance. All 12 papers had a minimum of 3 points on the PEDro scale and were therefore considered methodologically adequate (Table 1).

Table 1 – Characteristics of papers included in review

Paper	Authors and year of publication	PEDro score	Design
1	Hamlyn C et al. 2012 ⁽¹²⁾	8/10	Clinical trial
2	Iglisias MEL et al. 2012 ⁽¹³⁾	7/10	Clinical trial
3	Qiu F et al. 2012 ⁽¹⁴⁾	5/10	Clinical trial
4	Hatto et al. 2011 ⁽¹⁵⁾	7/10	Clinical trial
5	Wang CC, Yang WH. 2011 ⁽¹⁶⁾	3/10	Clinical trial
6	Sungkarat et al. 2011 ⁽¹⁷⁾	7/10	Clinical trial
7	Hatton AL et al. 2009 ⁽¹⁸⁾	8/10	Clinical trial
8	Hijmans JM et al. 2008 ⁽⁹⁾	5/10	Clinical trial
9	Palluel E et al. 2008 ⁽²⁰⁾	5/10	Clinical trial
10	Perry SD et al. 2008 ⁽²¹⁾	6/10	Clinical trial
11	Geffen JAV et al. 2007 ⁽²²⁾	5/10	Clinical trial
12	Priplata AA et al. 2006 ⁽²³⁾	5/10	Clinical trial

The 12 studies ^(12 -23) involved a total of 392 individuals. The majority involved older volunteers (mean age: 59.2 ± 20.4). The number of participants in each study ranged from 17 to 50. All papers compared the effect of different insoles on postural balance. The kinds of insoles used were: vibrating insoles, textured insoles, quick-comfort insoles, insoles with spikes, flat insoles with different Shore A hardness, insoles with wedges and sensors and balance-enhancing insoles (Table 2).

Table 2 – Methods and results of papers included in review

Paper	Equipment and balance analysis	Type of insole	Results
1	Force plate	Quick-comfort insole	-Prefabricated insoles improve postural stability, global stability and proprioception.
2	Force plate	Soft gel insole and hard insole	- Soft and hard insoles lead to significant improvements in postural sway.
3	Force plate	Textured insole	Textured insoles reduce postural sway of older individuals, especially during more challenging balance tasks.
4	Force plate and EMG	Textured insole	- Textured insoles reduce mediolateral sway of healthy elderly individuals.
5	Force plate	Vibrating insole	- Vibrating insoles improve balance, especially in the anteroposterior direction. - Postural stability was not significantly increased with the use of vibrating insoles.
6	Force plate	Insole with wedge + set-up sensors	- Improved balance and symmetry
7	Force plate and EMG	Textured insole	- Textured surfaces do not affect control of bipedal static postural sway or lower limb muscle activity
8	Force plate	Vibrating insole	- Both groups (control and neuropathy) showed significant effects and the displacement velocity of center of pressure was improved in the anteroposterior direction
9	Force plate	Insole with spikes	- Spiked insoles improve postural control.
10	Gait disturbance protocol	Balance enhancing insole	-Balance-enhancing insoles constitute a viable strategy for improving balance control.
11	Force plate	Flat insoles with different Shore A (15° or 30°)	- Insole rigidity exerts no influence on balance.
12	Electronic version of Romberg test + camera based on motion analysis system	Vibrating insoles	-Vibrating insoles assist in improving balance control in patients with diabetes and stroke victims.

With regard to data acquisition, nine papers ^(12,13,14,15,16,17,18,22,23) employed balance analysis using a force plate, mainly investigating displacement from the center of pressure and sway in the anteroposterior and mediolateral directions. The remaining papers analyzed postural balance using the following methods: surface electromyography, an electronic version of the Romberg test with a camera-based motion analysis system, and a gait disturbance protocol. (Table 3).

Table 3 – Methodological quality of papers included in this review.

PEDro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Eligibility	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
Randomized allocation	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-
Concealed allocation	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-
Baseline similarity	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Blinded subjects	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
Blinded therapists	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Blinded assessors	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Key outcomes	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Comparison between groups	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Point measures and measures of variability	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

DISCUSSION

The maintenance of postural balance is a complex task. For balance, the body needs to receive information on its position in space and the surrounding environment. This information is transmitted through the neural system, which integrates sensory information from the soles of the feet to determine the position and motion of the body in space with information from the musculoskeletal system, which generates the forces necessary to control the body 24).

As points of contact between the body and ground, the feet contribute to the balance and maintenance of posture in the standing position. Different types of insoles have been developed to enhance somatosensory information from the plantar region and improve postural stability.

The studies carried out by Gagey et al.⁽¹⁶⁾, Hijmans et al.⁽¹⁹⁾ and Priplata et al.⁽¹³⁾ used vibrating insoles and found improvements in balance and oscillation velocity in the anteroposterior direction. Those vibrating insoles have a mechanical noise that allows auditory feedback, with a positive effect on postural stability. The first study took into account the individual sensitivity of each patient, with six vibration options (0 V, 10 V, 20 V, 30 V, 40 V and 50 V). The second study employed 90 percent of the individual tactile threshold of each participant as the noise amplitude parameter; when this threshold was not reached, the maximal amplitude offered by the piezoelectric elements in the insole was used (120 V). The third study employed insoles molded in viscoelastic silicone and three vibration elements denominated “tactors” (two under the forefoot and one under the heel); the stimulation level was adjusted to 90% of the sensory threshold of each foot.

Textured insoles were employed in four studies. Hatto et al.⁽¹⁵⁾ and Hatton et al.⁽¹⁸⁾ used two types of insoles. The first study used the following: Texture 1 – Evalite Pyramid EVA, 3 mm in thickness, A50 shore value, black, OG1549; Texture 2 – Nora® Lunasoft non-slip, 3 mm in thickness, A50 shore value, black, OG2250. The second study used an insole with pyramid peaks for texture 1 and insoles with a convex circular pattern for texture 2. Qiu et al.⁽²²⁾ and Palluel et al.⁽²⁰⁾ used insoles with rigid discs and spikes, respectively. All studies report that textured insoles help reduce postural oscillations, especially in the mediolateral direction, and the activation of the tibialis anterior muscle.

Geffen et al.⁽²²⁾ investigated different densities: insoles measuring 8 mm in thickness, black foam rubber, with a 15 degree shore value and harder insoles measuring 8 mm in thickness, multi-shape, with a 30 degree shore value. Iglisias et al.⁽¹³⁾ studied the effect of a soft gel insole (SoftSock Foot Support, Addison, TX, USA) with a 6.35 mm sole of solid gel and a hard insole (A50 shore value, Algeos Ltd. Liverpool, UK) with a 6.35 mm surface of smooth ethylene vinyl acetate.

According to Geffen et al.⁽²²⁾, patients with diabetic neuropathy are often prescribed insoles with a low shore value to protect the feet from pressure sores. These insoles redistribute pressure between the foot and insole, thereby offering

shock absorption. However, insoles with a low shore value are less rigid and lead to a reduction in the sensory input, which may result in difficulties with regard to postural stability. Moreover, postural stability is expected to decline when patients use shoes with thicker, softer and more elastic soles.

Sungkarat et al.⁽¹⁷⁾ carried out a study to determine whether external feedback promotes the symmetrical distribution of weight and better posture control in stroke victims using insoles with wedges and set-up sensors. The A I-sample set-up consisted of a wedge insole and pedal for the non-paretic leg and a pressure sensor on the paretic leg. Perry et al.⁽²¹⁾ studied the use of balance-enhancing insoles.

Although not found in the literature based on the inclusion criteria, Geffen et al.⁽²²⁾ reported that magnetic insoles were used to reduce postural sway due to increases in blood flow and sensory alterations in the foot.

Regarding the aforementioned insoles, the various authors explain that mechanoreceptors respond to mechanical stimuli, including recesses and stretching of the skin, providing information on texture, which allows detection of the spacing, roughness and direction of the texture pattern. Thus, the principle of using textured surfaces is to increase the sensory input. Based on this same principle, vibrating insoles have also been proven to reduce static postural sway. The various findings indicate effects on both static and postural balance, regardless of the nature or degree of the stimulus.

A large number of studies report the advantages of orthopedic insoles, but few have compared the effect of different insoles on postural balance. The studies included in the present systematic review of the literature report the benefits of insoles with regard to improvements in balance and postural control.

Since this study is a review, it shows existing data of the usage of insoles for treatment on postural balance. It is necessary to continue studies of this research segment in order to find out the most appropriate insole as well as standardize tests and evaluations of balance for a better comparison.

REFERENCES

1. Bankoff AD, Campelo TS, Ciol P, et al. Posture and body balance: a study of the relationship. *Rer Mov Percep*. 2006; 6:55-70.
2. Gagey PM, Webwe B. Posturology: regulation and disorders of orthostatic position. São Paulo: Manole, 2000.
3. Nashner LM, Me Collum G. The organization of human postural movements: a formal basic and experimental synthesis. *Behav. Brain Sau*. 1985; 8:135-167.
4. Bricot B. Posturology. São Paulo. Iicine, 1999
5. Cantalino JLR, Mattos HM. Analysis of footprints issued by two different units. *Consciência saúde*. 2008; 7:367-372.
6. Duarte M. Human estabilografic analisis upright quasi-static posture, 2000; p252. Dissertation (Master of Physical Education). School of Physical Education and Sports University of São Paulo.
7. Przysiezny WL. Podoposturology - Reprogramming through postural insoles: prescription and manufacture of insoles posture. Polígrafo, Londrina, 2006.
8. Przysiezny WL. Podoposturology manual. Londrina: Manual Therapy School. 2006.
9. Viladot PA. 15 lessons on foot pathology. 2. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2003.
10. Almeida JS, Filho GC, Pastre CM, et al. Comparison of plantar pressure and musculoskeletal symptoms through the use of custom footbeds and prefabricated workplace. *Rev Bras Fisioter*. 2009;13(6): 542-8.
11. Sampaio RF, Mancini MC. Systematic review studies: a guide for careful synthesis of the scientific evidence. *Rev. bras. fisioter*. 2007; 11(1): 83-89.
12. Chris HMS, Dorcherty L C, Klossner J. Orthotic Intervention and Postural Stability in Participants With Functional Ankle Instability After an Accommodation Period. *J Athl Train*. 2012; 47(2):130–135.
13. Iglesias MEL, Vallejo RBB, Pena DP. Impact of Soft and Hard Insole Density on Postural Stability in Older Adults. *Geriatr Nurs*. 2012; 33(4): 264-271.

14. Qiu F, MH Cole, David KW, et al. Enhanced somatosensory information decreases postural sway in older people. *Gait Posture*. 2012; 35 (4): 630-5.
15. Hatton AN, Dixon J, Rome K, et al. Standing on textured surfaces: effects on standing balance in healthy older adults. *Age and Ageing*. 2011; 40: 363–368.
16. Wang CC, Yang WH. Using detrended fluctuation analysis (DFA) to analyze whether vibratory insoles enhance balance stability for elderly fallers. *Arch Gerontol Geriatr*. 2012; 55: 673-6.
17. Sungkarat S, Fisher BE, Kovindha A. Efficacy of an insole shoe wedge and augmented pressure sensor for gait training in individuals with stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2011; 25: 360-9.
18. Hatton AN, Dixon J, Rome K, Martin D. The effect of textured surfaces on postural stability and lower limb muscle activity. *J Electromyogr Kinesiol*. 2009; 19:957-64.
19. Hijmans JM, Geertzen JHB, Zijlstra W, et al. Effects of vibrating insoles on standing balance in diabetic neuropathy. *J Rehabil Res Dev*. 2008; 25 (9): 1441-50.
20. Palluel E, Nougier V, Olivier I. : Do spike insoles enhance postural stability and plantar surface cutaneous sensitivity in the elderly? *AGE*. 2008; 30:53–61.
21. Perry SD, Radtke A, McIlroy WE, et al. Efficacy and effectiveness of a balance-enhancing insoles. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2008; 63(6): 595-602.
22. Van Geffen JA, , Dijkstra JAV, Hof AL, et al. Effect of flat insoles with different Shore A values on posture stability in diabetic neuropathy. *Prosthet Orthot Int*. 2007; 31(3): 228 – 235.
23. Priplata AA, Patritti BL, Niemi JB, et al. Noise-Enhanced Balance Control in Patients with Diabetes and Patients with Stroke. *Ann Neurol*. 2006;59:4–12.
24. Mochizuki L, Amadio AC. The functions of postural control during stance. *Rev Fisio Univ. São Paulo*, 2003;10(1):7-15.

5.2 Artigo 2 – Submetido

Christovão TCL , Pasini Neto H, Grecco LAC, Ferreira LA, Oliveira CS .*Effect of postural insoles on functionality in children with cerebral palsy: Randomized, double-blind, clinical trial. Pediatric Physical Therapy*

Effect of postural insoles on balance in children with cerebral palsy: Preliminary, randomized, double-blind, clinical trial

Thaluanna Calil Lourenço Christovão ¹, Hugo Pasini Neto², Luanda André Collange Grecco³, Luiz Alfredo Braun Ferreira⁴, Claudia Santos Oliveira⁵

Physical Therapist, Master's Student in Rehabilitation Sciences, Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brazil. e-mail: thaluannaclc@hotmail.com

Physical Therapist, Doctoral Student in Rehabilitation Sciences, Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brazil. e-mail: hugopneto@yahoo.com.br

Physical Therapist, Master's Student in Rehabilitation Sciences, Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brazil. e-mail: luandacollange@terra.com.br

Physical Therapist, Guairacá College Professor, Doctoral Student in Rehabilitation Sciences, Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brazil. e-mail: luiz_braun@hotmail.com

Physical Therapist, Professor of Master's and Doctoral Program in Rehabilitation Sciences, Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brazil. e-mail: csantos@uninove.br

Movement Analysis Laboratory, Universidade Nove de Julho, Brazil

Grant support: Capes

Mailing Address: Thaluanna Calil Lourenço Christovão. Rua Luis Augusto de Campos – Mirandópolis . CEP- 04052-060 – São Paulo, SP – Brazil. Email: thaluannaclc@hotmail.com

ABSTRACT

Study design: Randomized, controlled, double-blind, clinical trial

Purpose: The aim of the present study was to assess the effect of postural insoles on functional mobility and balance in children with CP. **Methods:** After meeting the eligibility criteria, 10 children aged four to 12 years were randomly allocated to a control group (CG; n = 5) that used placebo insoles and experimental group (EG; n = 5) that used postural insoles. The Berg Balance Scale, Timed Up-and-Go Test, Six-Minute Walk Test and Gross Motor Function Measure-88 were used to assess balance and functional mobility. Evaluations were performed at baseline and after three months of insole use. **Results:** The EG achieved significantly better results in comparison to the CG on the Berg Balance Scale, Timed Up-and-Go Test and Six-Minute Walk Test. **Conclusion:** Postural insoles led to improvements in balance and functional mobility in children with CP classified on levels I and II of the Gross Motor Function Classification System.

Key words: Cerebral palsy, balance, orthoses, postural insole

Introduction

Cerebral palsy (CP) is a term used for permanent, mutable motor development disorders stemming from a primary brain injury that cause secondary musculoskeletal abnormalities and limitations regarding activities of daily living.⁽¹⁾ Motor impairment is the main manifestation of CP, with consequent effects on the biomechanics of the body.⁽²⁻⁵⁾ The abnormal muscle tone and postural control found in children with CP exert a negative effect on functional mobility and balance.⁽⁶⁾

Balance and posture control in the standing position are fundamental components of movement that involve the ability to anticipate and recover from perturbations that cause instability.^(6,7) To maintain balance, the human body needs to receive information on its position in space and on the surrounding environment. This information is received by the neural system, which integrates sensory inputs to determine the position and motion of the body in space and send signals to the musculoskeletal system, which generates forces to control the position of the body (postural control system).^(8,9,10)

A number of therapies have been employed with the aim of favoring muscle control and selective coordination in children with CP. In a systematic review on the influence of rigid and articulated orthoses, Pasini Neto et al. (2012)⁽¹¹⁾ report the numerous benefits of the former in children with accentuated spasticity and contractures, whereas articulated orthoses offer stability and freedom during gait, thereby improving functional capacity in children with CP. With a similar aim, postural insoles reorganize tone in muscle chains and influence body posture through correction reflexes by acting on ascending proprioceptive chains.⁽¹²⁾ According to Gagey & Weber (2000),⁽⁸⁾ the stimulation of specific regions of the soles of the feet leads to changes in postural tone as well as the repositioning of the pelvis and muscles along the spinal column. Postural reprogramming occurs when mechanoreceptors in the plantar region are activated by deformations in the skin caused by wedges, shims and bars incorporated into postural insoles.⁽¹³⁾

The aim of the present study was to assess the effect of postural insoles on functional mobility and balance in children with CP.

Methods

This study received approval from the Human Research Ethics Committee of *Universidade Nove de Julho* (Brazil) under protocol n. 436960 and was conducted in compliance with Resolution n. 196/96 of the Brazilian Board of Health. All parents/guardians agreed to the participation of the children by signing a statement of informed consent.

A preliminary, randomized, double-blind, clinical trial was carried out with children recruited from the physical therapy clinics of the aforementioned university. Twenty-five children were selected based on the established eligibility criteria. The inclusion criteria were a diagnosis of spastic, diplegic CP and classification on levels I and II of the Gross Motor Function Classification System (GMFCS). The following were the exclusion criteria: obesity based on the criteria of the World Health Organization; ankle deformities that could not be neutralized; having undergone orthopedic surgery in the previous 12 months; having received a neurolytic agent in the previous six months; and insufficient degree of cooperation.

The participants were randomly allocated to a control group (CG) that made use of insoles without corrective elements and an experimental group (EG) that made use of postural insoles with corrective elements. Neither the children nor their parents/guardians were aware of the group to which the participants were allocated (blind study for the placebo effect of the control insoles). Randomization was performed using a set of sealed opaque envelopes to ensure allocation concealment. Each envelop contained a card stipulating to which group the child would be allocated.

The postural insoles are composed of three layers. The aim of the surface layer is to absorb perspiration and provide comfort. The middle portion is made up of ethylene-vinyl acetate measuring 3 mm in thickness. The lower portion is made up of material formed by cotton fibers and resin measuring 1 mm in thickness and contains shims and wedges made of ethylene-vinyl

acetate.⁽¹⁴⁾ Half-moon and anti-valgus elements were used in the present study. Following the positioning of the corrective elements, the insoles were submitted to thermal molding for the fusion of the different layers. The CG used smooth insoles without corrective elements. All participants wore the insoles six hours per day

Evaluations were carried out under two conditions: 1) barefoot and 2) shoes + insoles either without corrective elements (CG) or with corrective elements (EG). The order of the conditions was determined randomly to avoid normalization in the behavior of the sample. The following standardized assessment tools were used for the evaluation of balance and functional mobility at baseline and after three months of insole use: Berg Balance Scale,^(15,16,17) Timed Up-and-Go Test,^(18,19) Six-Minute Walk Test^(20,21) and Gross Motor Function Measure-88 (GMFM-88).⁽²²⁾

The Berg Balance Scale consists of 14 items that simulate activities of daily living. Each item receives a score ranging from zero (inability to perform task without assistance) to 4 (ability to perform task independently). The total ranges from 0 to 56 points, with higher scores denoting greater independence.^(15,16,17)

The Timed Up-and-Go Test quantifies functional mobility by the time (in seconds) required for a child to stand up from a standardized chair with arm rests, walk three meters, turn around, return to the chair and sit down again.^(18,19)

The Six-Minute Walk Test is a reliable measure for the assessment of physical fitness and functional mobility that quantifies the distance (in meters) an individual travels in six minutes. This test was performed based on the recommendations established by the American Thoracic Society.^(20,21)

The GMFM-88 is a measure used to quantify gross motor function in individuals with CP. The test consists of observational measures that evaluate motor function through items distributed among six dimensions: A) lying down and rolling; B) sitting; C) crawling and kneeling; D) standing; and E) walking,

running and jumping. The items on each dimension receive a score of 0 to 3 points, with higher scores denoting better performance.⁽²²⁾

The Kolmogorov-Smirnov test was used to determine whether the data adhered to the Gaussian curve. As parametric distribution was demonstrated, the data were expressed as mean and standard deviation (SD) or 95% confidence interval. The independent t-test was used for the inter-group analysis. Dependent t-test was used for the intra-group analysis under each condition. A p-value < 0.05 was considered statistically significant. The data were organized and tabulated using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS v.19.0).

Results

Among the 25 children recruited to the present study, 13 did not fulfill the eligibility criteria and two refused to participate. Thus, the sample comprised 10 children with CP, five of whom were randomly allocated to the CG and five to the EG. No statistically significant differences between groups were found regarding the anthropometric data (Table 1).

Table 1: Anthropometric characteristics and functional classification of children studied

	Group experimental	Group control
	n =5	n =5
Gender (female/male) *	4 / 1	3 / 2
GMFCS (I/II) *	4 / 1	4 / 1
Age (years) **	8,4 (7,2 – 9,5)	6,4 (5-9)
Body mass (kg)	24,3 (23 – 27)	25,8 (21 – 31)
Stature (centimeters)	124,0 (120 – 128)	119,6 (110 – 131)

* numbers indicate frequency (n) of children in each group; ** data expressed as mean (standard deviation)

Figure 1 displays the mean and SD values regarding the score on the Berg Balance Scale before and after three months of insole use. An increase in scores was found in both groups on the post-intervention evaluation, but the difference only achieved statistical significance in the EG ($p = 0.03$).

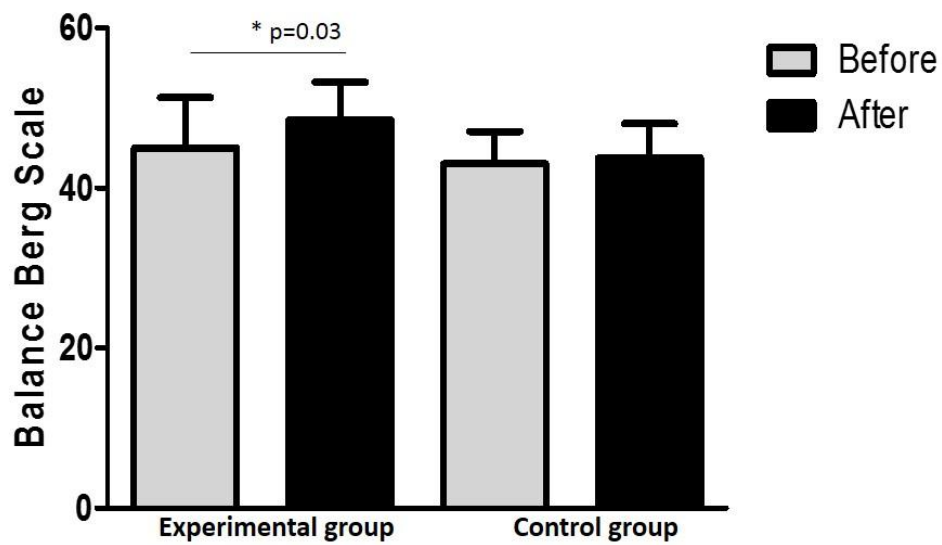


Figure 1: Intra-group and inter-group comparison (mean $\pm$ SD) of balance measured using the Berg Balance Scale

Figure 2 displays the mean and SD values regarding the time (in seconds) required to complete the Timed Up-and-Go Test before and after three months of insole use. A reduction in execution time was found in both groups on the post-intervention evaluation, but the difference only achieved statistical significance in the EG ($p < 0.01$).

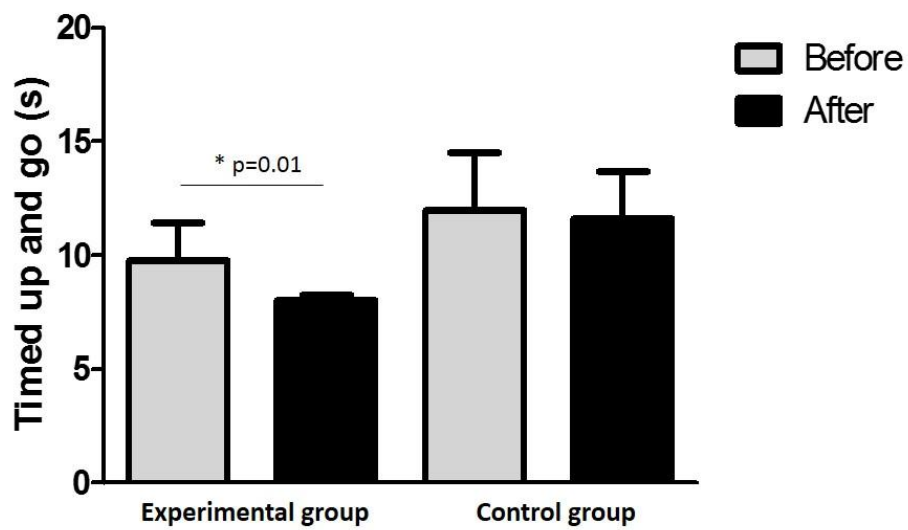


Figure 2: Intra-group and inter-group comparison (mean $\pm$ SD) of balance measured using the Timed Up-and-Go Test

Figure 3 displays the mean and SD values regarding the distance (in meters) traveled on the Six-Minute Walk Test before and after three months of insole use. In the inter-group analysis, the EG travelled a significantly longer distance in comparison to the CG with the use of insoles ($p = 0.01$). In the intra-group analysis, the EG travelled a significantly greater distance on the post-intervention evaluation ($p=0.02$)

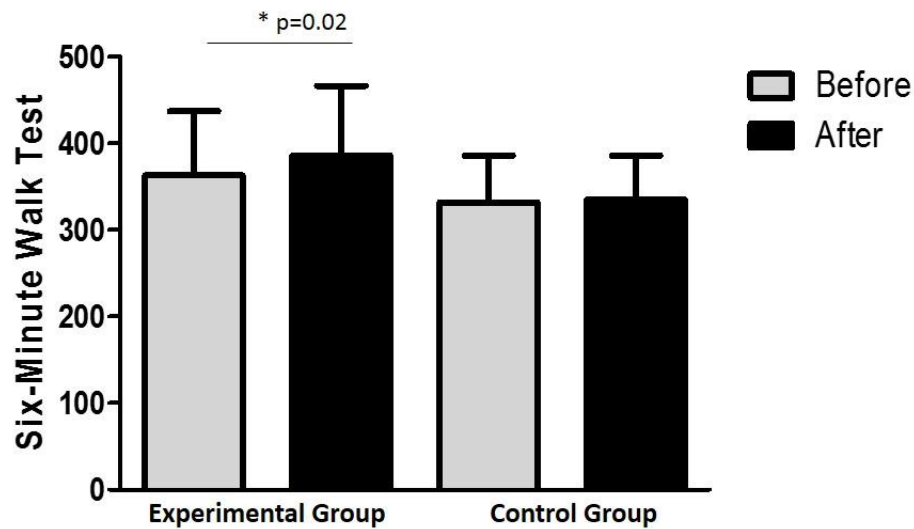


Figure 3: Intra-group and inter-group comparison (mean $\pm$ SD) of functional mobility measured using the Six-Minute Walk Test

In the analysis of gross motor function using the GMFM-88, both groups exhibited statistically significant improvements on Dimensions C (crawling and kneeling), D (standing) and E (walking, running and jumping) after three months of insole use. In the inter-group analysis, however, the EG exhibited significantly better scores in comparison to the CG ($p<0.05$) (Table 2).

Table 2: GMFM-88 scores before and after three months of insole use (mean $\pm$ SD)

GMFM-88	Experimental Group		Control Group	
	Before	After	Before	After
Dimension A	98.70 $\pm$ 1.79	99.80 $\pm$ 0.40	99.44 $\pm$ 0.76	99.82 $\pm$ 1.20
Dimension B	99.55 $\pm$ 0.90	99.65 $\pm$ 0.70	95.00 $\pm$ 5.25	95.18 $\pm$ 5.01
Dimension C	99.00 $\pm$ 2.00	99.01 $\pm$ 1.22	96.28 $\pm$ 4.25	97.42 $\pm$ 4.07
Dimension D	95.55 $\pm$ 1.98	96.95 $\pm$ 1.21	91.86 $\pm$ 4.61	92.42 $\pm$ 4.04
Dimension E	87.32 $\pm$ 8.08	89.82 $\pm$ 6.5	82.12 $\pm$ 9.37	83.14 $\pm$ 8.68
Total	95.97 $\pm$ 1.63	97.05 $\pm$ 1.04	92.90 $\pm$ 4.25	93.28 $\pm$ 3.84

Discussion

Changes in balance and functional mobility are important in the therapy of children with CP. The present findings provide preliminary evidence of the benefits of postural insoles with regard to these aspects and contribute to a better understanding of resources that can be used in physical therapy applied to pediatric neurology.

Children with CP exhibit delayed development in terms of balance and stability in comparison to normal children. According to Liao and Hawang (2003)⁽²³⁾, the slower gait velocity and greater physiological cost of walking contribute to poorer static and dynamic balance in comparison to children without disabilities. However, Shumway et al. (2003)⁽²⁴⁾ state that children with CP are capable of change through the application of stimuli, even after pre-adolescence, and can reach adult reference standards.

To our knowledge, no previous studies have been carried out on improvements in balance and functional mobility in children with CP following the use of proprioceptive insoles. However, a number of investigations demonstrate the benefits offered by insole use. Palluel et al. (2012)⁽²⁵⁾ assessed the effects of a rough-textured insole; while no changes were found immediately following the placement of the insoles, a significant improvement in

postural balance was found after five minutes of insole use. Gross et al. (2012)⁽²⁶⁾ state that proprioceptive insoles exhibit an immediate effect on both static and dynamic balance and this effect is maintained over time. According to Przysiezny (2003)⁽²⁷⁾, however, a minimum of 45 days of insole use with corrective elements is necessary for the central nervous system to incorporate the stimulus.

According to Ceci et al. (2004)⁽²⁸⁾ and Przysiezny et al. (2003)⁽²⁷⁾, changes in postural tone occur when mechanoreceptors in specific regions of the soles of the feet are simulated.

All participants in both groups demonstrated improvements in the GMFM-88 scores. According to Trahan and Malouin (1999)⁽²⁹⁾, changes in gross motor function occur over time in children with CP. In the present study, the children with the highest scores at baseline (> 95%) demonstrated a 5 to 7% improvement in Dimensions C, D and E and a 1% improvement in Dimensions A and B in the follow-up evaluation.

No articles were found relating the Berg Balance Scale, Six-Minute Walk Test and Timed Up-and-Go Test to improvements in balance and mobility in individuals with CP. In the present study, however, the individuals using postural insoles demonstrated significant improvements on these three measures after three months of insole use.

Conclusion

The use of postural insoles led to improvements in balance and functional mobility in children with cerebral palsy classified on levels I and II of the GMFCS.

Limitations of the study

The present study did not employ posturographic analysis and did not compare the use of insoles with other types of orthoses. Thus, further studies are needed along this line of research.

REFERENCES

1. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M. A report: the definition and classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2007; 49 (s109): 8-14.
2. Vasconcelos RLM, Moura TL, Campos TF, Lindquist ARR, Guerra RO. Avaliação do desempenho funcional de crianças com paralisia cerebral de acordo com níveis de comprometimento motor. *Rev Bras Fisioter*. 2009;13(5):390-7.
3. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 1997;39(4):214-23.
4. Kav i A, Vodusek D. A historical perspective on cerebral palsy as a concept and a diagnosis. *European journal of neurology*. 2005;12(8):582-7.
5. Manoel EDJ, Oliveira J. Motor developmental status and task constraint in overarm throwing. *Journal of Human Movement Studies*. 2000;39(6):359-78.
6. Campelo TS, Bankoff ADP, Schmidt A, Ciol P, Zamai CA. Psychometric Properties of Functional Balance Assessment in Children With Cerebral Palsy *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2008; 22(6), 744-53.
7. Torriani C, Mota EPO, Sales ALM, Ricci M, Nishida P, Marques L, Lima LF, Nogueira M, Souza VML, Lima RZ. Efeitos da estimulação motora e sensorial no pé de pacientes hemiparéticos pós Acidente Vascular Encefálico. *Rev Neurocienc*. 2008;16(1): 25–29.
8. Azevedo MG, Samelli AG. Estudo comparativo do equilíbrio de crianças surdas e ouvintes. *Rev. Cefac*. 2009; 11(1):85-91.
9. 14. Meneghetti CHZ, Blascovi-Assis SM, Deloroso FT, Rodrigues GM. Avaliação do equilíbrio estático de crianças e adolescentes com síndrome de Down. *Rev. bras. fisioter*. 2009;13(3): 230-235.
10. Baraúna MA, Duarte F, Sanchez HM, Canto RST, Malusá S, Campelo-Silva CD, Ventura-Silva RA. Avaliação do equilíbrio estático em

- indivíduos amputados de membros inferiores através da biofotogrametria computadorizada. *Rev. bras. fisioter.* 2006; 10(1): 83-90.
11. Pasini Neto H, Grecco LAC, Galli M, Oliveira CS. Comparison of articulated and rigid ankle-foot orthoses in children with cerebral palsy: a systematic review. *Pediatric Physical Therapy*, v. 24, p. 308-312, 2012.
 12. Gagey PM, Weber B. *Posturologia: regulação e distúrbios da posição ostostática*. 2. ed. São Paulo: Manole, 2000.
 13. Przysiezny WL, Salgado ASI. *Manual De Podoposturologia. Reeducação Postural Através De Palmilhas*. Brusque: Laboratório De Posturologia Do Cefit - Hospital Evangélico de Brusque, 2002.
 14. Pierce SR, Orlin MN, Lauer RT, Johnston TE, Smith BT, McCarthy JJ. Comparison of percutaneous and surface functional electrical stimulation during gait in a child with hemiplegic cerebral palsy. *Am J Phys Med Rehabil.* 2004;83(10):798-805.
 15. Kumbhavi G, Darrah J, Magill-Evans J, Loomis J. Using the Berg Balance Scale to distinguish balance abilities in children with cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy*. 2002;14(2):92-9.
 16. Berg K. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada*. 1989;41(6):304-11.
 17. Miyamoto S, Lombardi Junior I, Berg K, Ramos L, Natour J. Brazilian version of the Berg balance scale. *Brazilian journal of medical and biological research*. 2004;37(9):1411-21.
 18. Williams LN, Carroll SG, Reddihough DS, Phillips BA, Galea MP. Investigation of the timed „Up & Go” test in children. *Dev Med Child Neurol*. 2005, 47: 518–524
 19. Podsiadlo D, Richardson S. The timed „up and go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*. 1991; 39: 142–148.
 20. Mattern-Baxter K. Locomotor treadmill training for children with cerebral palsy. *Orthopaedic Nursing*. 2010; 29 (3):169-173.
 21. American Thoracic Society. ATS statement: guidelines for the six-minute walking test. Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166: 111 -17.

22. Russell D, Rosenbaum P, Avery L, Lane M. Gross Motor Function Measure (GMFM-66 & GMFM-88) User's Manual. Clinics in Developmental Medicine. 2002, 159.
23. Liao LO, Hawang AW. Relations of balance function and gross motor ability for children with cerebral palsy. Percept Mot. Skills. 2003, 96: 1173–1184.
24. Anne Shumway-Cook, Susan Hutchinson, Deborah Kartin, Robert Price, Marjorie Woollacott, Effect of balance training on recovery of stability in children with cerebral palsy. Developmental Medicine & Child Neurology. 2003, 45: 591–602.
25. Palluel E, Nougier V, Olivier I. Do spike insoles enhance postural stability and plantar-surface cutaneous sensitivity in the elderly. 2012, 30(1): 53-61.
26. Gross TM, Mercer VS, Lin FC. Effects of Foot Orthoses on Balance in Older Adults. Journal of orthopaedic & sports physical therapy. 2012, 7 (42): 649-57
27. Przysiechny, W. L.; Formonte, M.; Przysiechny, E.; Estudo do comportamento da distribuição plantar através da baropodometria em indivíduos sem queixas físicas. Rev. Terapia Manual Fisioterapia Manipulativa. 2003, 2: 28-32.
28. Ceci, L.A.; Salgado, A.S.I.; Przysiechny, W.L.; Modificação das aferências sensitivas podais e sua influência na amplitude. Rev. Fisio Magazine. 2004, 1 (3): 116-119.
29. Trahan J, Malouin F. Changes in the gross motor function measure in children with cerebral palsy: an eight-month follow up study. Ped Phys Ther. 1999, 11: 12–17.

5.3 Artigo 3 – Submetido

Christovão TCL , Pasini Neto H, Grecco LAC, Ferreira LA, Oliveira CS . Effect of postural insoles on static and functional balance in children with cerebral palsy: A randomized controlled study. *Pediatric Physical Therapy. Brazilian Journal of Physical Therapy*.

Effect of postural insoles on static and functional balance in children with cerebral palsy: A randomized controlled study

Thaluanna Calil Lourenço Christovão ¹, Hugo Pasini Neto², Luanda André Collange Grecco³, Luiz Alfredo Braun Ferreira⁴, Claudia Santos Oliveira⁵

Physical Therapist, Master's Student in Rehabilitation Sciences, Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brazil. e-mail: thaluannalc@hotmail.com

Physical Therapist, Doctoral Student in Rehabilitation Sciences, Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brazil. e-mail: hugopneto@yahoo.com.br

Physical Therapist, Master's Student in Rehabilitation Sciences, Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brazil. e-mail: luandacollange@terra.com.br

Physical Therapist, Guairacá College Professor, Doctoral Student in Rehabilitation Sciences, Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brazil. e-mail: luiz_braun@hotmail.com

Physical Therapist, Professor of Master's and Doctoral Program in Rehabilitation Sciences, Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brazil. e-mail: csantos@uninove.br

Movement Analysis Laboratory, Universidade Nove de Julho, Brazil

Grant support: Capes

Mailing Address: Thaluanna Calil Lourenço Christovão. Rua Luis Augusto de Campos – Mirandópolis . CEP- 04052-060 – São Paulo, SP – Brazil. Email: thaluannalc@hotmail.com

ABSTRACT

Study design: Randomized, controlled, double-blind, clinical trial.

Background: Improved gait efficiency is one of the goals of therapy for children with cerebral palsy (CP). Postural insoles can allow more efficient gait by improving biomechanical alignment.

Objective: The aim of the present study was to determine the effect of the combination of postural insoles and ankle-foot orthoses on static and functional balance in children with CP.

Methods: After meeting legal requirements and the eligibility criteria, 20 children between four and 12 years of age were randomly allocated either the control group (n = 10) or experimental group (n = 10). The control group used placebo insoles and the experimental group used postural insoles. The Berg Balance Scale, Timed Up-and-Go Test, Six-Minute Walk Test and Gross Motor Function Measure-88 were used to assess balance as well as the determination of oscillations from the center of pressure in the anteroposterior and mediolateral directions with eyes open and closed. Three evaluations were carried out: 1) immediately following placement of the insoles; 2) after three months of insole use; and 3) one month after suspending insole use.

Results: The EG achieved significantly better results in comparison to the CG on the Berg Balance Scale, Timed Up-and-Go Test and Six-Minute Walk Test

Conclusion: Postural insoles led to improvements in balance and functional mobility in children with CP classified on levels I and II of the Gross Motor Function Classification System.

Key words: Cerebral palsy, balance, orthoses, postural insole

Introduction

The term cerebral palsy (CP) refers to a group of postural and movement disorders stemming from a permanent, non-progressive brain lesion during the development of the immature brain that causes limitations to activities of daily living.^{1,2} Motor impairment is the main manifestation in children with CP, with consequent alterations in the biomechanics of the body.⁽³⁻⁶⁾ Such children experience a series of limitations due to postural instability during the execution of static and dynamic tasks, such as sitting, standing and walking.⁷⁻¹⁰

Postural control and stability are fundamental to motor development. Maintaining the center of gravity of the body over the support base is a complex skill. The clinical state of CP includes neuromuscular deficits, such as the loss of selective motor control and changes in muscle tone, leading to an imbalance between agonist and antagonist muscles, compromised coordination, sensory abnormalities and muscle weakness.¹¹ Different therapeutic interventions have been employed in an attempt to favor selective muscle control in children with CP. An ankle-foot orthosis is normally recommended to control muscle weakness, spasticity and structural instability in the lower limbs and allow improvements in the quality and efference of gait as well as postural control and stability.^{12, 13}

The purpose of postural insoles is to reorganize the tone of muscle chains and influence body posture through correction reflexes. This type of insole acts on muscle proprioception and leads to changes in ascending proprioceptive chains.¹⁴ The stimulation of specific regions of the sole of the foot causes a change in postural tone, the repositioning of pelvis alignment and the correction of muscle asymmetries along the spinal column. Postural reprogramming occurs when mechanoreceptors in the plantar region are activated by deformations in the skin caused by the bars, shims and wedges incorporated into postural insoles.¹⁵

The aim of the present study was to determine the effect of the combination of postural insoles and ankle-foot orthoses on static and functional balance in children with CP.

Methods

This study received approval from the Human Research Ethics Committee of the University Nove de Julho (Brazil) under protocol number 436960 and was carried out in compliance with Resolution 196/96 of the Brazilian National Board of Health. The legal guardians agreed to the participation of the children by signing a statement of informed consent. A preliminary, randomized, controlled, double-blind, clinical trial was conducted. Figure 1 displays the flowchart of the study.

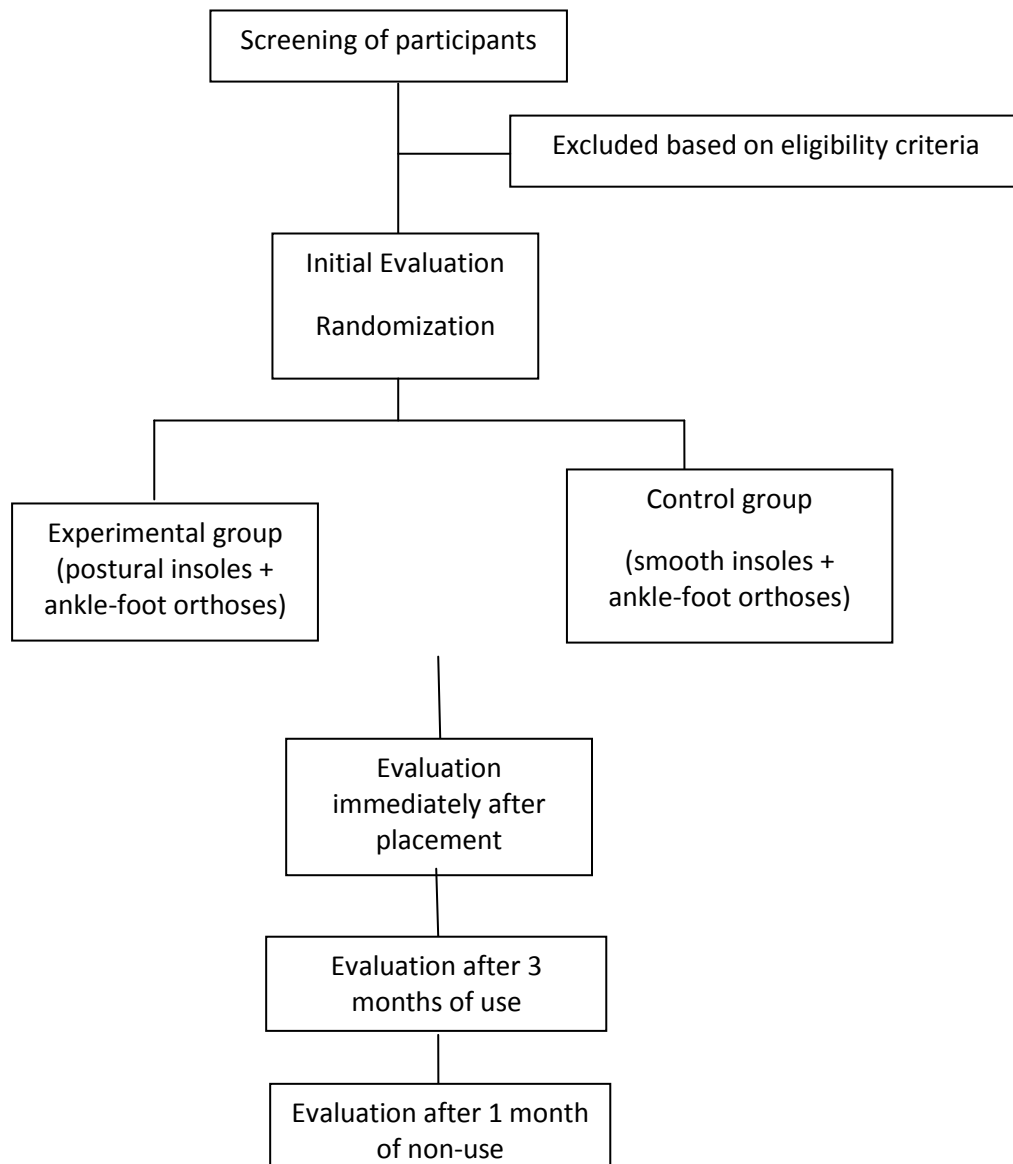


Figure 1: Flowchart of study

Participants

The participants were recruited and selected based on the eligibility criteria. The inclusion criteria were a diagnosis of CP, age between three and 12 years and classification on levels I and II of the Gross Motor Function Classification System (GMFCS). The following were the exclusion criteria: ankle deformity not reducible to neutral; orthopedic surgery in the previous 12 months; neurolytic block in the previous six months; and cognitive or visual impairment that could compromise the execution of the tasks proposed.

Randomization

The participants were randomly allocated to a control group (CG), which made use of insoles without corrective elements, and an experimental group (EG), with made use of insoles with corrective elements. Neither the children nor guardians were aware of the group to which the participants were allocated, characterizing a blind study for the placebo effect of the insole in the CG. During the randomization procedure, sealed, opaque envelopes were used to conceal the allocation. Each envelop contained a card stipulating to which group the child would be allocated.

Evaluations

Evaluations were carried out under two conditions: 1) barefoot and 2) shoes + insoles either without corrective elements (CG) or with corrective elements (EG). The order of the conditions was determined randomly to avoid normalization in the behavior of the sample. The following standardized assessment tools were used for the evaluation of balance and functional mobility at baseline and after three months of insole use: Berg Balance

Scale,^(16, 17, 18) Timed Up-and-Go Test,^(19,20) Six-Minute Walk Test^(21,22) and Gross Motor Function Measure-88 (GMFM-88),⁽²³⁾

The Berg Balance Scale consists of 14 items that simulate activities of daily living. Each item receives a score ranging from zero (inability to perform task without assistance) to 4 (ability to perform task independently). The total ranges from 0 to 56 points, with higher scores denoting greater independence.
(16, 17, 18)

The Timed Up-and-Go Test quantifies functional mobility by the time (in seconds) required for a child to stand up from a standardized chair with arm rests, walk three meters, turn around, return to the chair and sit down again.^(19,20)

The Six-Minute Walk Test is a reliable measure for the assessment of physical fitness and functional mobility that quantifies the distance (in meters) an individual travels in six minutes. This test was performed based on the recommendations established by the American Thoracic Society.^(21,22)

The GMFM-88 is a measure used to quantify gross motor function in individuals with CP. The test consists of observational measures that evaluate motor function through items distributed among six dimensions: A) lying down and rolling; B) sitting; C) crawling and kneeling; D) standing; and E) walking, running and jumping. The items on each dimension receive a score of 0 to 3 points, with higher scores denoting better performance.⁽²³⁾

Static balance was evaluated using a force plate (Kistler model 9286BA), which allows stabilometric analysis through the record of displacement of the center of pressure (COP). Four piezoelectric sensors are positioned at the extremities of the platform, which measures 40 x 60 cm. The acquisition frequency was 50 Hz. The data were recorded and interpreted using the SWAY software program (BTS Engineering), integrated and synchronized to the SMART-D 140® system. The child was instructed to stand on the platform barefoot, arms alongside the body, feet with an unrestricted base, heels aligned and gaze fixed on a point marked at a distance of one meter at the height of the glabellum. The evaluation was performed during quiet standing with eyes open

(EO) and eyes closed (EC). Readings were taken for 30 seconds under each condition, with the recording of displacement of the COP in the anteroposterior and mediolateral directions.¹¹

Intervention

The postural insoles are composed of three layers. The aim of the surface layer is to absorb perspiration and provide comfort. The middle portion is made up of ethylene-vinyl acetate measuring 3 mm in thickness. The lower portion is made up of material formed by cotton fibers and resin measuring 1 mm in thickness and contains shims and wedges made of ethylene-vinyl acetate.⁽¹⁴⁾ Half-moon and anti-valgus elements were used in the present study. After the adequate positioning of the corrective elements, the insoles were thermal molded for the fusion of the different parts. The CG made use of smooth insoles without corrective elements. All participants used the insoles for six hours per day.

Statistical analysis

The Kolmogorov-Smirnov test was used to determine the adherence of the data to Gaussian curve. As the data were parametric, the results were expressed as mean and standard deviation or 95% confidence interval. The effect size was calculated considering the mean difference between the results obtained with the participants barefoot and using the insoles. The t-test for independent samples was used for the inter-group analysis. Repeated-measures ANOVA was used for the intra-group analysis under each condition. A p-value ≤ 0.05 was considered significant. The data were organized and tabulated using the Statistical Package for Social Sciences (SPSS v.19.0).

Results

Among the 33 children recruited for the present study, ten did not fulfill the eligibility criteria and three refused to participate. Thus, the sample was made up of 20 children with CP, ten of whom were randomly allocated to the CG and ten were randomly allocated to the EG. Table 1 displays the anthropometric data of the sample.

Table 1: Anthropometric characteristics and functional classification of participants

	Group	
	Experimental n = 10	Control n = 10
Sex (female/male) *	8/2	7/3
GMFCS (I/II) *	7/3	7/3
Age (years) **	7.1 (4 – 9.7)	6.8 (5-9)
Body mass (kg)**	25 (22 – 26)	24.8 (21 – 29)
Height (cm)**	120.7 (112 – 128.7)	116.2 (108 – 122)

* frequency (n) of children in each group; ** mean and 95% confidence interval

Significant differences were noticed only on the experimental group in TUG (with insoles versus with shoes $p=0.021$), anteroposterior sway with eyes closed (with shoes and barefoot $p=0.050$) when intragroup analysis were done considering three situations (with insoles, with shoes and barefoot);

Table 2 displays the mean and SD values regarding the score on the Berg Balance Scale, Timed Up-and-Go and Test Six-Minute Walk Test after 3 months usage of insoles, on the two groups, considering the moments with insoles, with shoes and barefoot.

Table 3 displays the results of COP displacement after 3 months usage of insoles, on the two groups, considering the moments with insoles, with shoes and barefoot.

Table 2: Inter-group analyses before and after insole usage

TC6min	Experimental group	381,5 ±75,5	374,0 ±72,0	378,6 ±75,0
	Control group	327,5 ±67,2	327,56 ±67,2	327,5 ±67,2
TUG	Experimental group	9,3± 2,0*	10,5 ±1,8*	10,2 ±2,1*
	Control group	12,0 ±2,1	11,3± 2,1	11,3± 2,1
Berg	Experimental group	51,3 ±3,3	51,0 ±3,5	51,0 ±3,5
	Control group	47,5 ±5,4	47,5 ±5,4	47,5 ±5,4

Refers to significance in intergroup analysis*(p<0.05)

Table3 : Inter-group stabilometry analyses before and after insole usage.

		Insole		Shoes		Barefoot	
		OA	OF	OA	OF	OA	OF
AP	Experimental group	-23550,5 ±63903,8 *	76752,2 ±64861,4	-17465,3 ±50530,2	49961,2 ±105873,6	-11169,3 ±52066,9*	27561,7 ±95428,1
	Control group	-18737,3 ±19030,3	-313,7 ±29385,4	18737,3 ±19030,3	-189,9 ±31674,6	74145,2 ±18799,5	-24388,5 ±10520,0
ML	Experimental group	73703,4 ±94751,3 *	788,7 ±26573,5 -	25491,6± 101880,7*	-788,7 ±26573,5	30403,6 ±101592,8*	74145,2 ±18799,5
	Control group	-788,7 ±26573,5	23021,5 ±104915,6	-788,7 ±26573,5	9987,7 ±63969,0	74145,2 ±18799,5	67943,9 ± 953896,7

AP: anteroposterior; ML: mediolateral; OA: eyes open; OF: eyes closed; Refers to significance in intergroup analysis*(p<0.05)

On the results analysis before and after the intragroup insole usage, were noticed that the experimental group showed better results during the evaluation performed on TC6min ($p<0.001$), TUG ($p=0.001$), EEB ($p=0.001$) and GMFM ($p<0.001$). There were no differences on the pressure center sway ($p>0.05$).

The comparison results before and after the evaluation done with shoes, have shown difference on TC6min($p<0.001$), TUG ($p<0.001$), EEB ($p<0.001$) and anteroposterior sway with eyes closed ($p<0.009$).

The results before and after with barefoot subjects have shown difference on TC6min ($p<0.001$),

Discussion

The present study analyzed static and functional balance in children with CP during and following the use of postural insoles and provides evidence that such insoles promote an improvement in balance. The findings contribute to a better understanding of therapeutic resources employed in pediatric neurology.

Children with CP exhibit delayed development in terms of balance and stability in comparison to normal children. According to Liao and Hawang (2003),⁽²⁴⁾ the slower gait velocity and greater physiological cost of walking contribute to poorer static and dynamic balance in comparison to children without disabilities. However, Shumway et al. (2003)⁽²⁵⁾ state that children with CP are capable of change through the application of stimuli (even after pre-adolescence) and can reach adult reference standards.

There are no previous studies on improvements in balance and functional mobility in patients with CP following the use of proprioceptive insoles. However, a number of studies have demonstrated the benefits of such insoles in terms of other aspects. Palluel et al. (2012)⁽²⁶⁾ evaluated the effects of a spike insoles on balance and found no significant changes immediately following placement, but reported a significant improvement in postural balance

after five minutes of insole use. According to Gross et al. (2012),⁽²⁷⁾ proprioceptive insoles demonstrate immediate effects on static and dynamic balance, which are maintained over time. Passini et al. (2013)⁽²⁸⁾ report an immediate improvement gait velocity and cadence among children with CP classified on GMFCS levels I and II with the use of postural insoles. Likewise, the present study demonstrates that such insoles constitute an important tool for improving functional balance in children classified on GMFCS levels I and II.

The present findings demonstrate that postural insoles lead to a change in sensory afference, stimulating a postural reaction that favors a better biomechanical alignment of the body and permits more efficient function, especially with regard to balance. According to Ceci et al. (2004)⁽²⁹⁾ and Przysiezny et al. (2003),⁽³⁰⁾ changes in postural tone occur when mechanoreceptors in specific regions of the soles of the feet are stimulated.

All participants in both groups demonstrated improvements in the GMFM-88 scores. According to Trahan and Malouin (1999),⁽³¹⁾ changes in gross motor function occur over time in children with CP. In the present study, the children with the highest scores at baseline (> 95%) demonstrated a 5 to 7% improvement in Dimensions C, D and E and a 1% improvement in Dimensions A and B in the follow-up evaluation.

Gan et al. (2008)⁽³²⁾ state that balance is the most important aspect of motor skills. In a review of the literature, Uzun (2013)⁽³³⁾ concluded that the Berg Balance Scale is often employed for the evaluation of this variable and allows a quantitative analysis of the evolution of general motor functions in children with CP based on improvements in balance.

In the present study, static balance was assessed using a pressure plate, which allows the quantitative measure of displacement of the COP in the anteroposterior and mediolateral directions. Nobre et al. (2010)⁽³⁴⁾ found lesser oscillation in the anteroposterior direction in children with CP with eyes open and closed. The results suggest that children use ankle strategies to maintain balance, which cause greater sway than that found in children who do not have the capacity to employ such strategies. The authors also state that the group with CP underwent constant intervention focused on balance training. Analyzing

static balance in children with CP using postural insoles, Bulla et al. (2008)⁽³⁵⁾ found a 50% improvement in body sway in the mediolateral direction and a 30% improvement in the anteroposterior direction.

No papers were found in the literature relating the results of the Six-Minute Walk Test and Timed Up-and-Go Test with improvements in balance and mobility in patients with CP. In the present study, however, improvements were found following the use of postural insoles.

Conclusion

The postural insoles associated to ankle/foot orthoses improved the balance and the functional mobility in children with brain palsy level I and II in GMFCS's scale.

Acknowledgements

The financial support from Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) and Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

References

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. **Dev Med Child Neurol Suppl.** 2007; 109:8-14.
2. BAX M, GOLDSTEIN M, ROSENBAUM P, LEVITON A, PANETH N, DAN B, ETAL. Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. **Dev Med Child Neurol.** 2005; 47(8): 571-6.
3. VASCONCELOS RLM, MOURA TL, CAMPOS TF, LINDQUIST ARR, GUERRA RO. Avaliação do desempenho funcional de crianças com

paralisia cerebral de acordo com níveis de comprometimento motor. **Rev Bras Fisioter.** 2009; 13(5):390-7.

4. PALISANO R, ROSENBAUM P, WALTER S, RUSSELL D, WOOD E, GALUPPI B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology.** 1997;39(4):214-23.
5. KAV I A, VODUŠEK D. A historical perspective on cerebral palsy as a concept and a diagnosis. **European journal of neurology.** 2005;12(8):582-7.
6. MANOEL EDJ, OLIVEIRA J. Motor developmental status and task constraint in overarm throwing. **Journal of Human Movement Studies.** 2000;39(6):359-78
7. ROSE J, WOLFF DR, JONES VK, BLOCH DA, OEHLERT JW, GAMBLE JG. Equilíbrio postural em crianças com paralisia cerebral. **Dev Med Neurología Infantil.** 2002, 44 (1) :58-63. PMID: 11811652.
8. KYVELIDOU A, HARBOURNE RT, SHOSTROM VK, STERGIOU N. Confiabilidade do centro de medidas de pressão para avaliar o desenvolvimento da configuração postural em crianças com ou em risco de paralisia cerebral. **Arch Phys Med Rehabil.** 2010; 91 (10) :1593-601.
9. WOOLLACOTT MH, SHUMWAY-COOK A. disfunção postural durante a pé e andar em crianças com paralisia cerebral: o que são os problemas subjacentes e que novas terapias podem melhorar o equilíbrio?. **Plast Neural.** 2005; 12 (2-3) :211-9.
10. BERGER W, ALTENMUELLER E, DIETZ V. Normal and impaired development of children's gait.. **Neurobiol Hum.** 1984, 3 (3) :163-70
11. GRECCO LAC, TOMITA AM, CHRSTOVAO TCL, PASINI NETO H, SAMPAIO LMM, OLIVEIRA CS. Effect of treadmill gait training on static and functional balance in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. **Braz. J. Phys. Ther.** 2013, 17 (1): 17-23.
12. PASINI NETO H, GRECCO LAC, GALLI M, OLIVEIRA CS. Comparison of articulated and rigid ankle-foot orthoses children with

- cerebral palsy: a systematic review. **Pediatric Physical Therapy**. 2012, 24: 308-312.
13. MUELLER K, CORNWALL M, MCPOIL T, MUELLER D, SATOT-GLITTENBERG. Effect of two contemporary tone inhibiting ankle foot orthoses on a foot-loading patterns in adult hemiplegics. A small group study. **Topics in Stroke Rehabilitation**. 1995; 4:1-16,
 14. GAGEY PM, WEBER B. Posturologia: regulação e distúrbios da posição ostostática. **2. ed. São Paulo: Manole**, 2000.
 15. PRZYSIEZNY WL, SALGADO ASI. Manual De Podoposturologia. Reeducação Postural Através De Palmilhas. Brusque: Laboratório De Posturologia Do Cefit - **Hospital Evangélico de Brusque**, 2002.
 16. PIERCE SR, ORLIN MN, LAUER RT, JOHNSTON TE, SMITH BT, MCCARTHY JJ. Comparison of percutaneous and surface functional electrical stimulation during gait in a child with hemiplegic cerebral palsy. **Am J Phys Med Rehabil**. 2004;83(10):798-805.
 17. KEMBHAVI G, DARRAH J, MAGILL-EVANS J, LOOMIS J. Using the Berg Balance Scale to distinguish balance abilities in children with cerebral palsy. **Pediatric Physical Therapy**. 2002;14(2):92-9.
 18. BERG K. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. **Physiotherapy Canada**. 1989;41(6):304-11.
 19. MIYAMOTO S, LOMBARDI JUNIOR I, BERG K, RAMOS L, NATOUR J. Brazilian version of the Berg balance scale. **Brazilian journal of medical and biological research**. 2004; 37(9):1411-21.
 20. WILLIAMS LN, CARROLL SG, REDDIHOUGH DS, PHILLIPS BA, GALEA MP. Investigation of the timed „Up & Go” test in children. **Dev Med Child Neurol**. 2005, 47: 518–524
 21. PODSIADLO D, RICHARDSON S. The timed „up and go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. **J Am Geriatr Soc**. 1991; 39: 142–148.
 22. MATTERN-BAXTER K. Locomotor treadmill training for children with cerebral palsy. **Orthopaedic Nursing**. 2010; 29 (3):169-173.

23. RUSSEL D, ROSENBAUM P, AVERY L, LANE M. Gross Motor Function Measure (GMFM-66 & GMFM-88) User's Manual. **Clinics in Developmental Medicine**. 2002; 159.
24. LIOAO LO, HAWANG AW. Relations of balance function and gross motor ability for children with cerebral palsy. **Percept Mot. Skills**. 2003; 96: 1173–1184.
25. SHUMWAY-COOK A, HUTCHINSON S, KARTIN D, PRICE R, WOOLLACOTT M. Effect of balance training on recovery of stability in children with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**. 2003; 45: 591–602.
26. PALLUEL E, NOUGIER V, OLIVIER I. Do spike insoles enhance postural stability and plantar-surface cutaneous sensitivity in the elderly. **Age (Dordr)**. 2012; 30(1): 53-61.
27. GROSS TM, MERCER VS, LIN FC. Effects of Foot Orthoses on Balance in Older Adults. **Journal of orthopaedic & sports physical therapy**. 2012; 7 (42) :649-57
28. PASINI NETO, HUGO. **Órteses na marcha de crianças com paralisia cerebral: estudo clínico aleatorizado controlado**. 2013. 98f. Tese Doutorado em ciências da Reabilitação. Universidade Nove de Julho. São Paulo. 2013.
29. CECE LA; SALGADO ASI, PRZYSIEZNY WL. Modificação das aferências sensitivas podais e sua influência na amplitude. *Rer. Fisio Magazine*. 2004, 1 (3): 116-119.
30. PRZYSIEZNY WL, FORMONTE M.; PRZYSIEZNY E. Estudo do comportamento da distribuição plantar através da baropodometria em indivíduos sem queixas físicas. *Rev. TerapiaManual*. 2003; 2: 28-32.
31. TRAHAN J, MALOUIN F. Changes in the gross motor function measure in children with cerebral palsy: an eight-month follow up study. **Ped Phys Ther**. 1999; 11: 12–17.
32. GAN SM, TUNG LC, TANG YH, WANG CH. Psychometric properties of functional balance assessment in children with cerebral palsy. **Neurorehab. Neural Rep**. 2008; 22(6): 745–753.
33. UZUN S. The effect of long-term training program on balance in children with cerebral palsy: Results of a pilot study for individually

based functional exercises. **Academic Journals**. 2013; 8(11): 747-757.

34. NOBRE A, MONTEIRO FF, GOLIN MO, BIASOTTO-GONZALEZ D, CORRÊA JC, Oliveira CS. Analysis of postural oscillation in children with cerebral palsy. **Electromyogr Clin Neurophysiol**. 2010; 50(5):239-44.
35. BULLA HA, FONTEQUE MAC, PILLA V, VILLA VERDE AGJB, SANTOS JDM, SETTE L. Análise do equilíbrio postural estático em pacientes com sequela de paralisia cerebral via uso de palmilhas proprioceptivas. **XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação**. 2008

6 Considerações finais

A partir dos resultados obtidos na revisão sistemática os resultados descritos demonstram que atualmente diversos tipos de palmilhas são estudadas e desenvolvidas com o intuito de reforçar as informações somatossensoriais advindas da região plantar e assim melhora a estabilidade postural.

Os resultados evidenciaram que as palmilhas apresentam benefícios que favorecem um melhor equilíbrio e controle postural.

Em relação ao estudo que objetivou avaliar o efeito da palmilha postural sobre a mobilidade funcional e equilíbrio em crianças com PC. E o artigo final, com o objetivo de verificar o efeito da associação das palmilhas posturais e das órteses pé- tornozelo no equilíbrio estático e equilíbrio funcional das crianças com paralisia cerebral e comparar com palmilhas lisas respectivamente forneceram evidências de que as palmilhas posturais promovem melhorias no equilíbrio, contribuindo para melhor compreensão e integração nos recursos terapêuticos utilizados na reabilitação física aplicada a neurologia pediátrica.

Em síntese, considerando todos os resultados do presente estudo, pode-se as palmilhas posturais melhoraram o equilíbrio e mobilidade funcional em crianças com paralisia cerebral nível I e II na escala GMFCS.

7 Referências bibliográficas

1. The Bobath Centre. Notes to accompany the 8-week course in cerebral palsy. Londres, 1997.
2. Bonono LMM, Castro VC, Ferreira DM, Miyamoto ST. Hydrotherapy in the acquisition of the functionality of children with Cerebral Palsy. *Rev Neurocienc.* 2007; 15/2:125–130.
3. Vasconcelos RLM, Moura TL, Campos TF, Lindquist ARR, Guerra RO. Avaliação do desempenho funcional de crianças com paralisia cerebral de acordo com níveis do comprometimento motor. *Revista Brasileira de Fisioterapia* 2009; 13(5): 390-7.
4. Schwartzman JS. Paralisia cerebral. *Arquivos Brasileiros de Paralisia Cerebral* 2004;1(1):4-17.
5. Palisano, R., Rosenbaum, P., Walter, S., Russell, D., Wood, E., & Galuppi, B. Gross motor function classification system for cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 1997; 39, 214-223.
6. Pfeifer LI, Silva DBR, Funayama CAR, Santos JL. Classification of cerebral palsy: association between gender, age, motor type, topography and gross motor function. *Arq Neuropsiquiatr.* 2009; 67(4): 1057-61.
7. Hiratuka E, Matsukura TS, Pfeifer LI. Cross-cultural adaptation of the Gross Motor Function Classification System into Brazilian-Portuguese (GMFCS). *Revista Brasileira de Fisioterapia* 2010; 14(6):537-44.
8. Li AM, Yin J, Yu CCW, et al. The six minute walk test in healthy children: reliability and validity. *Eur Respir J.* 2005; 25:1057–1060.
9. Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI, et al. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiother Can.* 1989; 41:304–311

10. Campelo TS, Bankoff ADP, Schmidt A, Ciol P, Zamai CA. Psychometric Properties of Functional Balance Assessment in Children With Cerebral Palsy. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2008; 22(6), 744-53.
11. Torriani C, Mota EPO, Sales ALM, Ricci M, Nishida P, Marques L, Lima LF, Nogueira M, Souza VML, Lima RZ. Efeitos da estimulação motora e sensorial no pé de pacientes hemiparéticos pós Acidente Vascular Encefálico. *Rev Neurocienc*. 2008;16(1): 25–29.
12. Overstall PW. The use of balance training in elderly people with falls. *Reviews in Clinical Gerontology*. 2003; 13: 153-161.
13. Azevedo MG, Samelli AG. Estudo comparativo do equilíbrio de crianças surdas e ouvintes. *Rev. Cefac*. 2009; 11(1):85-91.
14. Meneghetti CHZ, Blascovi-Assis SM, Deloroso FT, Rodrigues GM. Avaliação do equilíbrio estático de crianças e adolescentes com síndrome de Down. *Rev. bras. fisioter*. 2009;13(3): 230-235.
15. Baraúna MA, Duarte F, Sanchez HM, Canto RST, Malusá S, Campelo-Silva CD, Ventura-Silva RA. Avaliação do equilíbrio estático em indivíduos amputados de membros inferiores através da biofotogrametria computadorizada. *Rev. bras. fisioter*. 2006; 10(1): 83-90.
16. Cantalino JLR, Mattos HM. Análise das impressões plantares emitidas por dois equipamentos distintos. *Consciência saúde*. 2008; 7 (3): 367-372.
17. Duarte, M., Análise estabilográfica da postura ereta humana quasi-estática, 2000. 252 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física). Escola de Educação Física e Esporte universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
18. Morris C. A review of the efficacy of lower-limb orthoses used for cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2002; 44: 205–211.
19. Cury VCR, Mancini MC, Melo AP, et al. Efeitos do uso de órtese na mobilidade funcional de crianças com paralisia cerebral. *Rev Bras Fisioter* 2006;10(1):67-74.

20. Bricot B. Posturologia. São Paulo: Icone, 1999.
21. GAGEY, P.M.; WEBER, B. Posturologia: regulação e distúrbios da posição osteostática. 2. ed. São Paulo: Manole, 2000.
22. Przysiezny WL, Salgado ASI. Manual de Podoposturologia. Reeducação postural através de palmilhas. Brusque: Laboratório de Posturologia do Cefit - Hospital Evangélico de Brusque, 2002.
23. Buckon C, Thomas SS, Jakobson S, Moor M, Sussman M. ,Comparison of three ankle-foot orthosis configurations for children with spastic diplegia. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2004; 46: 590–598.
24. Cole, T J., Bellizzi, M G., Flegal, K M., Dietz, W H.. Establishing a standard definition For child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*, 2000 6(320) 1-6
25. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russel D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 1997; 39(4):214-23.
26. Rosenbaum P, Walter S, Hanna, S, Palisano R, Russell D, Raina P, Wood E, Bartlett, D., Galuppi, B. Prognosis for gross motor function in cerebral palsy: Creation of motor development curves. *Journal of the American Medical Association* 2000; 288 (11): 1357-63.
27. Russell DJ, Rosenbaum PL, Avery LM, Lane M. Gross Motor Function Measure (GMFM-66 & GMFM-88) User's Manual. London, UK: Mac Keith Press; 2002.
28. Russell DJ, Avery LM, Rosenbaum PL, Raina PS, Walter SD, Palisano RJ. Improved scaling of the gross motor function measure for children with cerebral palsy: evidence of reliability and validity. *Phys Ther*. 2000; 80(9): 873-85.
29. Kembhavi G, Darrah J, Magill-Evans J, Loomis J. Using the Berg Balance Scale to distinguish balance abilities in children with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther* 2002; 14:92–99.

30. Williams LN, Carroll SG, Reddihough DS, Phillips BA, Galea MP. Investigation of the timed 'Up & Go' test in children. *Dev Med Child Neurol*. 2005, 47: 518–524
31. Podsiadlo D, Richardson S. The timed 'up and go': a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991; 39: 142–148.
32. Mattern-Baxter K. Locomotor treadmill training for children with cerebral palsy. *Orthopaedic Nursing* 2010; 29(3):169-173.
33. American Thoracic Society. ATS statement: guidelines for the six-minute walking test. Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166: 111 -17.

Apêndice 1

COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO 2

May 08, 2013

Dear Mrs Christovão,

Thank you for submitting your manuscript entitled "Effect of postural insoles on balance in children with cerebral palsy: Randomized, double-blind, clinical trial" to Pediatric Physical Therapy. It will be sent to two members of the review panel for blind peer review. Your manuscript will be given a reference number once the reviewers have been assigned.

You will be able to check on the progress of your paper by logging on to Editorial Manager as an author and entering the manuscript number.

<http://ped-pt.edmgr.com/>

Your username is: Thaluanna

Your password is: XXXXXX

Again, thank you for submitting your work to Pediatric Physical Therapy.

Sincerely,

Best Regards,

Ann F. VanSant, PT, PhD, FAPTA

Editor

<http://ped-pt.edmgr.com/>

Apêndice 2

COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO 3

23-Sep-2013

Dear Ms. Christovão:

Your manuscript entitled "Effect of postural insoles on static and functional balance in children with cerebral palsy: A randomized controlled study" has been successfully submitted online and is presently being given full consideration for publication in the Brazilian Journal of Physical Therapy.

Your manuscript ID is RBFIS-2013-0318.

Please mention the above manuscript ID in all future correspondence or when calling the office for questions. If there are any changes in your street address or e-mail address, please log in to ScholarOne Manuscripts at <http://mc04.manuscriptcentral.com/rbfis-scielo> and edit your user information as appropriate.

You can also view the status of your manuscript at any time by checking your Author Center after logging in to <http://mc04.manuscriptcentral.com/rbfis-scielo>.

Thank you for submitting your manuscript to the Brazilian Journal of Physical Therapy.

Sincerely,
Brazilian Journal of Physical Therapy Editorial Office

ANEXO 1:

**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP**

Certificamos que o Projeto de pesquisa intitulado Influência da palmilha postural na funcionalidade de crianças com paralisia cerebral: estudo clínico randomizado controlado sob número de protocolo 436960 e responsabilidade de **Hugo Pastral Neto** de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde M/S, de 10/10/96, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa - UNINOVE.

São Paulo, 22 de Agosto de 2011.

Prof. Dra. Claudia Santos Oliveira
Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa

ANEXO 2:**Termo de Consentimento para Participação em Pesquisa Clínica**

Nome do Voluntário: _____

Endereço: _____

Telefone para contato: _____ Cidade: _____ CEP: _____

Email: _____

1. As informações contidas neste prontuário foram fornecidas pela aluna Thaluanna Calil Lourenço Christovão (Mestranda da Universidade Nove de Julho) e Prof^a. Claudia Santos Oliveira, com o objetivo de firmar acordo escrito onde o voluntário da pesquisa autoriza sua participação com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos e riscos a que se submeterá, com a capacidade de livre arbítrio e sem qualquer coação.
2. Título do Trabalho Experimental: Equilíbrio e palmilhas posturais em crianças com paralisia cerebral: Ensaio clínico aleatorizado controlado.
3. Objetivo: Verificar o efeito da utilização da palmilha postural no equilíbrio das crianças com paralisia cerebral.
4. Justificativas: Acredita-se que as palmilhas posturais possam ser utilizadas como um incremento de um tratamento para crianças com paralisia cerebral pois interferem positivamente estimulando a função através de um estímulo na planta do pé.
5. Procedimentos: Inicialmente as crianças serão divididas em dois grupos sendo que as pertencentes ao grupo 1 usará uma palmilha por um período de 6 horas por dia (parecidas com palmilhas tradicionais de tênis porém com calços macios para reposicionar o pé) oferecidas pelo pesquisador responsável e no tempo restante do dia as crianças pertencentes a esses grupo permanecerão fazendo uso das órteses fixas conhecidas como goteira. Já, as crianças pertencentes ao grupo 2 permanecerão fazendo uso das órteses fixas durante toda a pesquisa. As avaliações serão realizadas quatro vezes. Antes, imediatamente após, seis meses após e um ano após a aplicação da palmilha. As avaliações serão compostas pelos seguintes itens: (1) Equilíbrio: a criança permanecerá em pé por 30 segundos com os olhos abertos e 30 segundos com os olhos fechados em uma plataforma; (2) Equilíbrio Funcional: avaliado com a criança na posição sentada e em pé, por meio da Escala de Equilíbrio de Berg; (3) Mobilidade funcional: pelos testes Levantar e Caminhar Cronometrado (criança será orientada a levantar de uma cadeira, andar três metros, retornar e sentar novamente) e teste de caminhada de 6 minutos (a criança será orientada a caminhar por 6 minutos e a distância será registrada). A avaliação será realizada em dois dias não consecutivos, com duração de mais ou menos duas horas em cada dia. Durante a avaliação a criança poderá descansar a qualquer momento e entre a aplicação de cada teste será respeitado um período de repouso.
6. Desconforto ou Risco Esperado: Embora os procedimentos adotados no estudo sejam não-invasivos os voluntários serão submetidos a risco, como por exemplo, quedas durante as avaliações funcionais. Para que estes riscos sejam minimizados ao máximo serão adotadas as seguintes medidas protetoras: as avaliações serão realizadas por um fisioterapeuta com experiência e será acompanhada por ao menos um voluntário. Ambos permanecerão posicionados do lado da criança por todo o tempo. A criança e o fisioterapeuta responsável poderão interromper a qualquer momento o procedimento, por cansaço ou desconforto apresentado.
7. Informações: O voluntário tem garantia que receberá respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento de qualquer dúvida quanto aos procedimentos, riscos benefícios e outros assuntos relacionados com pesquisa. Também os pesquisadores supracitados assumem o compromisso de proporcionar informação atualizada obtida durante o estudo, ainda que esta possa afetar a vontade do indivíduo em continuar participando.

8. Métodos Alternativos Existentes: Não existem métodos alternativos aplicados a essa pesquisa.
9. Retirada do Consentimento: o voluntário tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo.
10. Aspecto Legal: Elaborados de acordo com as diretrizes e normas regulamentadas de pesquisa envolvendo seres humanos atendendo à Resolução nº. 196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério de Saúde – Brasília – DF.
11. Garantia de Sigilo: Os pesquisadores asseguram a privacidade dos voluntários quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.
12. Formas de Ressarcimento das Despesas decorrentes da Participação na Pesquisa: O estudo não inclui qualquer despesa ou ônus ao participante.
13. Local da Pesquisa: A pesquisa será desenvolvida no laboratório integrado de análise do movimento, Universidade Nove de Julho UNINOVE, localizada na rua Vergueiro, no 235, Vergueiro, São Paulo-SP.
14. Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa da UNINOVE: rua Vergueiro, no 235, Vergueiro, São Paulo-SP. 11-3665-9310 / 11-3665-9309.
15. Nome Completo e telefones dos pesquisadores para contato: Orientadora: Claudia Santos Oliveira (11-3665 9344) e aluno de pós graduação: Thaluanna Calil Lourenço Christovão (e-mail: thaluannaclc@hotmail.com; fone: 11-9872-1446).
16. Consentimento Pós-Informação:

Eu, _____, após leitura e compreensão deste termo de informação e consentimento, entendo que minha participação é voluntária, e que posso sair a qualquer momento do estudo, sem prejuízo algum. Confirmando que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo no meio científico.

* Não assine este termo se ainda tiver alguma dúvida a respeito.

São Paulo, de _____ de 2011.

Nome (por extenso) cuidador: _____

Assinatura cuidador: _____

ANEXO 3**Ficha de Identificação**

Data: ____|____|____

Nome: _____

Data de nascimento: ____|____|____ Idade: _____ Sexo: () F () M

Diagnóstico Topográfico: _____

GMFCS: _____ Idade de aquisição da marcha: _____

Peso: _____ kg Estatura: _____ cm IMC: _____

Cirurgias prévias: _____

Bloqueio neurolítico: _____

Órtese: _____

Aditamento: _____

Queixas locomotoras: _____

Responsável: _____

Grau de parentesco: _____ Telefone: _____

Endereço: _____

Cidade: _____ Estado: _____

ANEXO 4

SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DA FUNÇÃO MOTORA GROSSA PARA PARALISIA CEREBRAL (GMFCS)

Robert Palisano; Peter Rosenbaum; Stephen Walter; Dianne Russell; Ellen Wood;
Barbara Galuppi

Traduzido por Erika Hiratuka (terapeuta ocupacional e pós-graduanda do PPGEs da
UFSCar – Brasil) sob orientação da Profa. Dra. Thelma Simões Matsukura)

Referência: Dev Med Child Neurol 1997; 39:214-223

Antes do aniversário de 2 anos

- () **Nível I** Os bebês sentam-se no chão, mantêm-se sentadas e deixam esta posição com ambas as mãos livres para manipular objetos. Os bebês engatinham (sobre as mãos e joelhos), puxam-se para levantar e dão passos segurando-se nos móveis. Os bebês andam entre 18 meses e 2 anos de idade sem a necessidade de aparelhos para auxiliar a locomoção.
- () **Nível II** Os bebês mantêm-se sentados no chão, mas podem necessitar de ambas as mãos como apoio para manter o equilíbrio. Os bebês rastejam em prono ou engatinham 3 (sobre mãos e joelhos). Os bebês podem puxar-se para ficar em pé e dar passos segurando-se nos móveis.
- () **Nível III** Os bebês mantêm-se sentados no chão quando há apoio na parte inferior do tronco. Os bebês rolam e rastejam para frente em prono.
- () **Nível IV** Os bebês apresentam controle de cabeça, mas necessitam de apoio de tronco para se sentarem no chão. Os bebês conseguem rolar para a posição supino e podem rolar para a posição prono.
- () **Nível V** As deficiências físicas restringem o controle voluntário do movimento. Os bebês são incapazes de manter posturas antigravitacionais de cabeça e tronco em prono e sentados. Os bebês necessitam da assistência do adulto para rolar.

Entre o segundo e o quarto aniversário

- () **Nível I** As crianças sentam-se no chão com ambas as mãos livres para manipular objetos. Os movimentos de sentar e levantar-se do chão são realizadas sem assistência do adulto. As crianças andam como forma preferida de locomoção, sem a necessidade de qualquer aparelho auxiliar de locomoção.
- () **Nível II** As crianças sentam-se no chão, mas podem ter dificuldades de equilíbrio quando ambas as mãos estão livres para manipular objetos. Os movimentos de sentar e deixar a posição sentada são realizados sem assistência do adulto. As crianças puxam-se para ficar em pé em uma superfície estável. As crianças engatinham (sobre mãos e joelhos) com padrão alternado, andam de lado segurando-se nos móveis e andam usando aparelhos para auxiliar a locomoção como forma preferida de locomoção.
- () **Nível III** As crianças mantêm-se sentadas no chão freqüentemente na posição de W (sentar entre os quadris e os joelhos em flexão e rotação interna) e podem necessitar de assistência do adulto para assumir a posição sentada. As crianças rastejam em prono ou engatinham (sobre as mãos e joelhos), freqüentemente sem movimentos alternados de perna, como seus métodos principais de locomoção. As crianças podem puxar-se para levantar em uma superfície estável e andar de lado segurando-se nos móveis por 4 distâncias curtas. As crianças podem andar curtas distâncias nos espaços internos usando aparelhos auxiliares de locomoção, necessitando de assistência do adulto para direcioná-la e virá-la.
- () **Nível IV** As crianças sentam-se no chão quando colocadas, mas são incapazes de manter alinhamento e equilíbrio sem o uso de suas mãos para apoio. As crianças freqüentemente necessitam de equipamento de adaptação para sentar e ficar em pé. A locomoção para curtas distâncias (dentro de uma sala) é alcançada por meio do rolar, rastejar em prono ou engatinhar (sobre as mãos e joelhos) sem movimento alternado de pernas.

() **Nível V** As deficiências físicas restringem o controle voluntário do movimento e a capacidade de manter posturas antigravitacionais de cabeça e tronco. Todas as áreas de função motora estão limitadas. As limitações funcionais do sentar e ficar em pé não são completamente compensadas por meio do uso de adaptações e de tecnologia assistiva. Neste nível, as crianças não mostram sinais de locomoção independente e são transportadas. Algumas crianças atingem autolocomoção usando uma cadeira de rodas motorizada com extensas adaptações.

Entre o quarto e o sexto aniversário

() **Nível I** As crianças sentam-se na cadeira, mantêm-se sentadas e levantam-se sem a necessidade de apoio das mãos. As crianças saem do chão e da cadeira para a posição em pé sem a necessidade de objetos de apoio. As crianças andam nos espaços internos e externos e sobem escadas. Iniciam habilidades de correr e pular.

() **Nível II** As crianças sentam-se na cadeira com ambas as mãos livres para manipular objetos. As crianças saem do chão e da cadeira para a posição em pé, mas frequentemente necessitam de superfície estável para empurrar-se e impulsionar-se para cima com os membros superiores. As crianças andam nos espaços internos e externos, sem a necessidade de aparelhos auxiliares de locomoção, por uma distância curta numa superfície plana. As crianças sobem escadas segurando-se no corrimão, mas são incapazes de correr ou pular.

() **Nível III** As crianças sentam-se em cadeira comum, mas podem necessitar de apoio pélvico e de tronco para maximizar a função manual. As crianças sentam-se e levantam-se da cadeira usando uma superfície estável para empurrar-se e impulsionar-se para cima com os membros superiores. As crianças andam usando aparelhos auxiliares de locomoção em superfícies planas e sobem escadas com a assistência de um adulto. As crianças frequentemente são transportadas quando percorrem longas distâncias e quando em espaços externos em terrenos irregulares.

() **Nível IV** As crianças sentam em uma cadeira, mas precisam de um assento adaptado para controle de tronco e para maximizar a função manual. As crianças sentam-se e levantam-se da cadeira com a ajuda de um adulto ou de uma superfície estável para empurrar-se ou impulsionar-se com os membros superiores. As crianças podem, na melhor das hipóteses, andar por curtas distâncias com o andador e com supervisão do adulto, mas têm dificuldades em virar e manter o equilíbrio em superfícies irregulares. As crianças são transportadas na comunidade. As crianças podem alcançar autolocomoção usando cadeira de rodas motorizada.

() **Nível V** As deficiências físicas restringem o controle voluntário de movimento e a capacidade em manter posturas antigravitacionais de cabeça e tronco. Todas as áreas da função motora estão limitadas. As limitações funcionais no sentar e ficar em pé não são completamente compensadas por meio do uso de adaptações e tecnologia assistiva. Neste nível, as crianças não mostram sinais de locomoção independente e são transportadas. Algumas crianças alcançam autolocomoção usando cadeira de rodas motorizada com extensas adaptações.

Entre o sexto e o décimo segundo aniversário

() **Nível I** As crianças andam nos espaços internos e externos e sobem escadas sem limitações. As crianças realizam habilidades motoras grossas, incluindo correr e pular, mas a velocidade, o equilíbrio e a coordenação são reduzidos.

() **Nível II** As crianças andam nos espaços internos e externos e sobem escadas segurando-se no corrimão, mas apresentam limitações ao andar em superfícies irregulares e inclinadas e em espaços lotados ou restritos. As crianças, na melhor das hipóteses, apresentam capacidade mínima para realizar habilidades motoras grossas como correr e pular.

() **Nível III** As crianças andam em espaços internos e externos sobre superfícies regulares usando aparelhos auxiliares de locomoção. As crianças podem subir escadas segurando-se em corrimões. Dependendo da função dos membros superiores, as crianças manejam uma cadeira

de rodas manualmente. Podem ainda ser transportadas quando percorrem longas distâncias e quando em espaços externos com terrenos irregulares.

() **Nível IV** As crianças podem manter os níveis funcionais alcançados antes dos seis anos de idade ou depender de cadeira de rodas em casa, na escola e na comunidade. As crianças podem alcançar autolocomoção usando cadeira de rodas motorizada. Nível V deficiências físicas restringem o controle voluntário de movimento e a capacidade para manter posturas antigravitacionais de cabeça e tronco. Todas as áreas de função motora estão limitadas. As limitações funcionais no sentar e ficar em pé não são completamente compensadas por meio do uso de adaptações e tecnologia assistiva. Neste nível, as crianças não mostram sinais de locomoção independente e são transportadas. Algumas crianças alcançam a autolocomoção usando cadeira de rodas motorizada com extensas adaptações.

ANEXO 5

GROSS MOTOR FUNCTION MEASURE (GMFM) SCORE SHEET (GMFM-88 and GMFM-66 scoring)

Version 1.0

Child's Name: _____ ID #: _____

Assessment date: _____
year / month / dayDate of birth: _____
year / month / dayChronological age: _____
years/monthsGMFCS Level ¹
☐ ☐ ☐ ☐ ☐
I II III IV V
Testing Conditions (eg, room, clothing, time,
others present)Evaluator's Name: _____

The GMFM is a standardized observational instrument designed and validated to measure change in gross motor function over time in children with cerebral palsy. The scoring key is meant to be a general guideline. However, most of the items have specific descriptors for each score. It is imperative that the guidelines contained in the manual be used for scoring each item.

SCORING KEY 0 = does not initiate
1 = initiates
2 = partially completes
3 = completes
NT = Not tested [used for the GMAE scoring*]

It is now important to differentiate a true score of "0" (child does not initiate) from an item which is Not Tested (NT) if you are interested in using the GMFM-66 Ability Estimator Software.

The GMFM-66 Gross Motor Ability Estimator (GMAE) software is available with the GMFM manual (2002). The advantage of the software is the conversion of the ordinal scale into an interval scale. This will allow for a more accurate estimate of the child's ability and provide a measure that is equally responsive to change across the spectrum of ability levels. Items that are used in the calculation of the GMFM-66 score are shaded and identified with an asterisk (). The GMFM-66 is only valid for use with children who have cerebral palsy.

Contact for Research Group:

Dianne Russell, *CanChild* Centre for Childhood Disability Research, McMaster University, Institute for Applied Health Sciences, McMaster University, 1400 Main St. W., Rm. 408, Hamilton, L8S 1C7

Tel: North America - 1 905 525-9140 Ext: 27850

Tel: All other countries - 001 905 525-9140 Ext: 27850

E-mail: canchild@mcmaster.ca Fax: 1 905 522-6095

Website: www.fhs.mcmaster.ca/canchild

¹ GMFCS level is a rating of severity of motor function. Definitions are found in Appendix I of the GMFM manual (2002).

Check (✓) the appropriate score: if an item is not tested (NT), circle the item number in the right column

Item	A: LYING & ROLLING	SCORE				NT				
1.	SUP, HEAD IN MIDLINE: TURNS HEAD WITH EXTREMITIES SYMMETRICAL.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	1.
* 2.	SUP: BRINGS HANDS TO MIDLINE, FINGERS ONE WITH THE OTHER	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	2.
3.	SUP: LIFTS HEAD 45°	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	3.
4.	SUP: FLEXES R HIP AND KNEE THROUGH FULL RANGE	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	4.
5.	SUP: FLEXES L HIP AND KNEE THROUGH FULL RANGE	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	5.
* 6.	SUP: REACHES OUT WITH R ARM, HAND CROSSES MIDLINE TOWARD TOY	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	6.
* 7.	SUP: REACHES OUT WITH L ARM, HAND CROSSES MIDLINE TOWARD TOY.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	7.
8.	SUP: ROLLS TO PR OVER R SIDE	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	8.
9.	SUP: ROLLS TO PR OVER L SIDE	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	9.
* 10.	PR: LIFTS HEAD UPRIGHT	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	10.
11.	PR ON FOREARMS: LIFTS HEAD UPRIGHT, ELBOWS EXT., CHEST RAISED	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	11.
12.	PR ON FOREARMS: WEIGHT ON R FOREARM, FULLY EXTENDS OPPOSITE ARM FORWARD	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	12.
13.	PR ON FOREARMS: WEIGHT ON L FOREARM, FULLY EXTENDS OPPOSITE ARM FORWARD	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	13.
14.	PR: ROLLS TO SUP OVER R SIDE	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	14.
15.	PR: ROLLS TO SUP OVER L SIDE.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	15.
16.	PR: PIVOTS TO R 90° USING EXTREMITIES.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	16.
17.	PR: PIVOTS TO L 90° USING EXTREMITIES	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	17.

TOTAL DIMENSION A

Item	B: SITTING	SCORE				NT
* 18.	SUP, HANDS GRASPED BY EXAMINER: PULLS SELF TO SITTING WITH HEAD CONTROL	0	1	2	3	18.
19.	SUP: ROLLS TO R SIDE, ATTAINS SITTING	0	1	2	3	19.
20.	SUP: ROLLS TO L SIDE, ATTAINS SITTING	0	1	2	3	20.
* 21.	SIT ON MAT, SUPPORTED AT THORAX BY THERAPIST: LIFTS HEAD UPRIGHT, MAINTAINS 3 SECONDS	0	1	2	3	21.
* 22.	SIT ON MAT, SUPPORTED AT THORAX BY THERAPIST: LIFTS HEAD MIDLINE, MAINTAINS 10 SECONDS	0	1	2	3	22.
* 23.	SIT ON MAT, ARM(S) PROPPING: MAINTAINS, 5 SECONDS	0	1	2	3	23.
* 24.	SIT ON MAT: MAINTAINS, ARMS FREE, 3 SECONDS	0	1	2	3	24.
* 25.	SIT ON MAT WITH SMALL TOY IN FRONT: LEANS FORWARD, TOUCHES TOY, RE-ERECTS WITHOUT ARM PROPPING	0	1	2	3	25.
* 26.	SIT ON MAT: TOUCHES TOY PLACED 45° BEHIND CHILD'S R SIDE, RETURNS TO START	0	1	2	3	26.
* 27.	SIT ON MAT: TOUCHES TOY PLACED 45° BEHIND CHILD'S L SIDE, RETURNS TO START	0	1	2	3	27.
28.	R SIDE SIT: MAINTAINS, ARMS FREE, 5 SECONDS	0	1	2	3	28.
29.	L SIDE SIT: MAINTAINS, ARMS FREE, 5 SECONDS	0	1	2	3	29.
* 30.	SIT ON MAT: LOWERS TO PR WITH CONTROL	0	1	2	3	30.
* 31.	SIT ON MAT WITH FEET IN FRONT: ATTAINS 4 POINT OVER R SIDE	0	1	2	3	31.
* 32.	SIT ON MAT WITH FEET IN FRONT: ATTAINS 4 POINT OVER L SIDE	0	1	2	3	32.
33.	SIT ON MAT: PIVOTS 90°, WITHOUT ARMS ASSISTING	0	1	2	3	33.
* 34.	SIT ON BENCH: MAINTAINS, ARMS AND FEET FREE, 10 SECONDS	0	1	2	3	34.
* 35.	STD: ATTAINS SIT ON SMALL BENCH	0	1	2	3	35.
* 36.	ON THE FLOOR: ATTAINS SIT ON SMALL BENCH	0	1	2	3	36.
* 37.	ON THE FLOOR: ATTAINS SIT ON LARGE BENCH	0	1	2	3	37.

TOTAL DIMENSION B

Item	C: CRAWLING & KNEELING	SCORE				NT				
38.	PR: CREEPS FORWARD 1.8m (6')	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	38.
* 39.	4 POINT: MAINTAINS, WEIGHT ON HANDS AND KNEES, 10 SECONDS	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	39.
* 40.	4 POINT: ATTAINS SIT ARMS FREE	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	40.
* 41.	PR: ATTAINS 4 POINT, WEIGHT ON HANDS AND KNEES	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	41.
* 42.	4 POINT: REACHES FORWARD WITH R ARM, HAND ABOVE SHOULDER LEVEL	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	42.
* 43.	4 POINT: REACHES FORWARD WITH L ARM, HAND ABOVE SHOULDER LEVEL	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	43.
* 44.	4 POINT: CRAWLS OR HITCHES FORWARD 1.8m (6')	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	44.
* 45.	4 POINT: CRAWLS RECIPROCALLY FORWARD 1.8m (6')	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	45.
* 46.	4 POINT: CRAWLS UP 4 STEPS ON HANDS AND KNEES/FEET	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	46.
47.	4 POINT: CRAWLS BACKWARDS DOWN 4 STEPS ON HANDS AND KNEES/FEET	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	47.
* 48.	SIT ON MAT: ATTAINS HIGH KN USING ARMS, MAINTAINS, ARMS FREE, 10 SECONDS	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	48.
49.	HIGH KN: ATTAINS HALF KN ON R KNEE USING ARMS, MAINTAINS, ARMS FREE, 10 SECONDS	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	49.
50.	HIGH KN: ATTAINS HALF KN ON L KNEE USING ARMS, MAINTAINS, ARMS FREE, 10 SECONDS	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	50.
* 51.	HIGH KN: KN WALKS FORWARD 10 STEPS, ARMS FREE	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	51.

TOTAL DIMENSION C

Item	D: STANDING	SCORE					NT			
* 52.	ON THE FLOOR: PULLS TO STD AT LARGE BENCH	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	52.
* 53.	STD: MAINTAINS, ARMS FREE, 3 SECONDS	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	53.
* 54.	STD: HOLDING ON TO LARGE BENCH WITH ONE HAND, LIFTS R FOOT, 3 SECONDS	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	54.
* 55.	STD: HOLDING ON TO LARGE BENCH WITH ONE HAND, LIFTS L FOOT, 3 SECONDS	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	55.
* 56.	STD: MAINTAINS, ARMS FREE, 20 SECONDS	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	56.
* 57.	STD: LIFTS L FOOT, ARMS FREE, 10 SECONDS	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	57.
* 58.	STD: LIFTS R FOOT, ARMS FREE, 10 SECONDS	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	58.
* 59.	SIT ON SMALL BENCH: ATTAINS STD WITHOUT USING ARMS	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	59.
* 60.	HIGH KN: ATTAINS STD THROUGH HALF KN ON R KNEE, WITHOUT USING ARMS	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	60.
* 61.	HIGH KN: ATTAINS STD THROUGH HALF KN ON L KNEE, WITHOUT USING ARMS	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	61.
* 62.	STD: LOWERS TO SIT ON FLOOR WITH CONTROL, ARMS FREE	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	62.
* 63.	STD: ATTAINS SQUAT, ARMS FREE	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	63.
* 64.	STD: PICKS UP OBJECT FROM FLOOR, ARMS FREE, RETURNS TO STAND	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	64.

TOTAL DIMENSION D

Item	E: WALKING, RUNNING & JUMPING	SCORE					NT			
* 65.	STD, 2 HANDS ON LARGE BENCH: CRUISES 5 STEPS TO R.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	65.
* 66.	STD, 2 HANDS ON LARGE BENCH: CRUISES 5 STEPS TO L.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	66.
* 67.	STD, 2 HANDS HELD: WALKS FORWARD 10 STEPS.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	67.
* 68.	STD, 1 HAND HELD: WALKS FORWARD 10 STEPS.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	68.
* 69.	STD: WALKS FORWARD 10 STEPS.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	69.
* 70.	STD: WALKS FORWARD 10 STEPS, STOPS, TURNS 180°, RETURNS.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	70.
* 71.	STD: WALKS BACKWARD 10 STEPS.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	71.
* 72.	STD: WALKS FORWARD 10 STEPS, CARRYING A LARGE OBJECT WITH 2 HANDS.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	72.
* 73.	STD: WALKS FORWARD 10 CONSECUTIVE STEPS BETWEEN PARALLEL LINES 20cm (8") APART.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	73.
* 74.	STD: WALKS FORWARD 10 CONSECUTIVE STEPS ON A STRAIGHT LINE 2cm (3/4") WIDE.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	74.
* 75.	STD: STEPS OVER STICK AT KNEE LEVEL, R FOOT LEADING.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	75.
* 76.	STD: STEPS OVER STICK AT KNEE LEVEL, L FOOT LEADING.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	76.
* 77.	STD: RUNS 4.5m (15'), STOPS & RETURNS.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	77.
* 78.	STD: KICKS BALL WITH R FOOT.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	78.
* 79.	STD: KICKS BALL WITH L FOOT.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	79.
* 80.	STD: JUMPS 30cm (12") HIGH, BOTH FEET SIMULTANEOUSLY.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	80.
* 81.	STD: JUMPS FORWARD 30 cm (12"), BOTH FEET SIMULTANEOUSLY.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	81.
* 82.	STD ON R FOOT: HOPS ON R FOOT 10 TIMES WITHIN A 60cm (24") CIRCLE.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	82.
* 83.	STD ON L FOOT: HOPS ON L FOOT 10 TIMES WITHIN A 60cm (24") CIRCLE.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	83.
* 84.	STD, HOLDING 1 RAIL: WALKS UP 4 STEPS, HOLDING 1 RAIL, ALTERNATING FEET.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	84.
* 85.	STD, HOLDING 1 RAIL: WALKS DOWN 4 STEPS, HOLDING 1 RAIL, ALTERNATING FEET.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	85.
* 86.	STD: WALKS UP 4 STEPS, ALTERNATING FEET.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	86.
* 87.	STD: WALKS DOWN 4 STEPS, ALTERNATING FEET.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	87.
* 88.	STD ON 15cm (6") STEP: JUMPS OFF, BOTH FEET SIMULTANEOUSLY.....	0	☐	1	☐	2	☐	3	☐	88.

TOTAL DIMENSION E

Was this assessment indicative of this child's "regular" performance? YES ☐ NO ☐

COMMENTS:

ANEXO 6**Escala de Equilíbrio de Berg**

Data: ____ | ____ | ____

Nome: _____

1. Posição sentada para posição em pé

Instruções: Por favor levante-se. Tente não usar suas mãos para se apoiar.

- (4) capaz de levantar-se sem utilizar as mãos e estabilizar-se independentemente
- (3) capaz de levantar-se independentemente utilizando as mãos
- (2) capaz de levantar-se utilizando as mãos após diversas tentativas
- (1) necessita de ajuda mínima para levantar-se ou estabilizar-se
- (0) necessita de ajuda moderada ou máxima para levantar-se

2. Permanecer em pé sem apoio

Instruções: Por favor, fique em pé por 2 minutos sem se apoiar.

- (4) capaz de permanecer em pé com segurança por 2 minutos
- (3) capaz de permanecer em pé por 2 minutos com supervisão
- (2) capaz de permanecer em pé por 30 segundos sem apoio
- (1) necessita de várias tentativas para permanecer em pé por 30 segundos sem apoio
- (0) incapaz de permanecer em pé por 30 segundos sem apoio

Se o paciente for capaz de permanecer em pé por 2 minutos sem apoio, dê o número total de pontos para o item número 3. Continue com o item número 4.

3. Posição em pé para posição sentada

Instruções: Por favor, sente-se.

- (4) senta-se com segurança com uso mínimo das mãos
- (3) controla a descida utilizando as mãos
- (2) utiliza a parte posterior das pernas contra a cadeira para controlar a descida
- (1) senta-se independentemente, mas tem descida sem controle
- (0) necessita de ajuda para sentar-se

4. Permanecer sentado sem apoio nas costas ,mas com os pés apoiados no chão ou num banquinho

Instruções: Por favor, fique sentado sem apoiar as costas com os braços cruzados por 2 minutos.

- (4) capaz de permanecer sentado com segurança e com firmeza por 1 minutos
- (3) capaz de permanecer sentado por 2 minutos sob supervisão
- (2) capaz de permanecer sentado por 30 segundos
- (1) capaz de permanecer sentado por 10 segundos
- (0) incapaz de permanecer sentado sem apoio durante 10 segundos

5. Transferências

Instruções: Arrume as cadeiras perpendicularmente ou uma de frente para a outra para uma transferência em pivô. Peça ao paciente para transferir-se de uma cadeira com apoio de braço para uma cadeira sem apoio de braço, e vice-versa. Você poderá utilizar duas cadeiras (uma com e outra sem apoio de braço) ou uma cama e uma cadeira.

- (4) capaz de transferir-se com segurança com uso mínimo das mãos
- (3) capaz de transferir-se com segurança com o uso das mãos
- (2) capaz de transferir-se seguindo orientações verbais c/ou supervisão
- (1) necessita de uma pessoa para ajudar

(0) necessita de duas pessoas para ajudar ou supervisionar para realizar a tarefa com segurança

6. Permanecer em pé sem apoio com os olhos fechados

Instruções: Por favor fique em pé e feche os olhos por 10 segundos.

- (4) capaz de permanecer em pé por 10 segundos com segurança
- (3) capaz de permanecer em pé por 10 segundos com supervisão
- (2) capaz de permanecer em pé por 3 segundos
- (1) incapaz de permanecer com os olhos fechados durante 3 segundos, mas mantém-se em pé
- (0) necessita de ajuda para não cair

7. Permanecer em pé sem apoio com os pés juntos

Instruções: Junte seus pés e fique em pé sem se apoiar.

- (4) capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 1 minuto com segurança
- (3) capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 1 minuto com supervisão
- (2) capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 30 segundos
- (1) necessita de ajuda para posicionar-se, mas é capaz de permanecer com os pés juntos durante 15 segundos
- (0) necessita de ajuda para posicionar-se e é incapaz de permanecer nessa posição por 15 segundos

8. Alcançar a frente com o braço estendido permanecendo em pé

Instruções: Levante o braço a 90º. Estique os dedos e tente alcançar a frente o mais longe possível. (O examinador posiciona a régua no fim da ponta dos dedos quando o braço estiver a 90º. Ao serem esticados para frente, os dedos não devem tocar a régua. A medida a ser registrada é a distância que os dedos conseguem alcançar quando o paciente se inclina para frente o máximo que ele consegue. Quando possível, peça ao paciente para usar ambos os braços para evitar rotação do tronco).

- (4) pode avançar à frente mais que 25 cm com segurança
- (3) pode avançar à frente mais que 12,5 cm com segurança
- (2) pode avançar à frente mais que 5 cm com segurança
- (1) pode avançar à frente, mas necessita de supervisão
- (0) perde o equilíbrio na tentativa, ou necessita de apoio externo

9. Pegar um objeto do chão a partir de uma posição em pé

Instruções: Pegue o sapato/chinelo que está na frente dos seus pés.

- (4) capaz de pegar o chinelo com facilidade e segurança
- (3) capaz de pegar o chinelo, mas necessita de supervisão
- (2) incapaz de pegá-lo, mas se estica até ficar a 2-5 cm do chinelo e mantém o equilíbrio independentemente
- (1) incapaz de pegá-lo, necessitando de supervisão enquanto está tentando
- (0) incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não perder o equilíbrio ou cair

10. Virar-se e olhar para trás por cima dos ombros direito e esquerdo enquanto permanece em pé

Instruções: Vire-se para olhar diretamente atrás de você por cima, do seu ombro esquerdo sem tirar os pés do chão. Faça o mesmo por cima do ombro direito. O examinador poderá pegar um objeto e posicioná-lo diretamente atrás do paciente para estimular o movimento.

- (4) olha para trás de ambos os lados com uma boa distribuição do peso
- (3) olha para trás somente de um lado o lado contrário demonstra menor distribuição do peso
- (2) vira somente para os lados, mas mantém o equilíbrio
- (1) necessita de supervisão para virar
- (0) necessita, de ajuda para não perder o equilíbrio ou cair

11. Girar 360 graus

Instruções: Gire-se completamente ao redor de si mesmo. Pausa. Gire-se completamente ao redor de si mesmo em sentido contrário.

- (4) capaz de girar 360 graus com segurança em 4 segundos ou mãos
- (3) capaz de girar 360 graus com segurança somente para um lado em 4 segundos ou menos
- (2) capaz de girar 360 graus com segurança, mas lentamente
- (1) necessita de supervisão próxima ou orientações verbais
- (0) necessita de ajuda enquanto gira

12. Posicionar os pés alternadamente ao degrau ou banquinho enquanto permanece em pé sem apoio

Instruções: Toque cada pé alternadamente no degrau/banquinho. Continue até que cada pé tenha tocado o degrau/banquinho quatro vezes.

- (4) capaz de permanecer em pé independentemente e com segurança, completando 8 movimentos em 20 segundos
- (3) capaz de permanecer em pé independentemente e completar 8 movimentos em mais que 20 segundos
- (2) capaz de completar 4 movimentos sem ajuda
- (1) capaz de completar mais que 2 movimentos com o mínimo de ajuda
- (0) incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não cair

13. Permanecer em pé sem apoio com um pé à frente

Instruções: (demonstre para o paciente) Coloque um pé diretamente à frente do outro na mesma linha se você achar que não irá conseguir, coloque o pé um pouco mais à frente do outro pé e levemente para o lado.

- (4) capaz de colocar um pé imediatamente à frente do outro, independentemente, e permanecer por 30 segundos
- (3) capaz de colocar um pé um pouco mais à frente do outro e levemente para o lado. Independentemente e permanecer por 30 segundos
- (2) capaz de dar um pequeno passo, independentemente. e permanecer por 30 segundos
- (1) necessita de ajuda para dar o passo, porém permanece por 15 segundos
- (0) perde o equilíbrio ao tentar dar um passo ou ficar de pé

14. Permanecer em pé sobre uma perna

Instruções: Fique em pé sobre uma perna o máximo que você puder sem se segurar.

- (4) capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por mais que 10 segundos
- (3) capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por 5-10 segundos
- (2) capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por 3 ou 4 segundos
- (1) tenta levantar uma perna, mas é incapaz de permanecer por 3 segundos, embora permaneça em pé independentemente
- (0) incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não cair

() Escore Total (Máximo = 56)

TOTAL DE PONTOS: _____

ANEXO 7**Teste *Time up and go***

Data: ____ | ____ | ____

Nome: _____

Tempo do teste: _____ segundos

Observações: _____

Teste de caminhada de 6 minutos

Distância: _____ metros

Períodos de repouso: _____

Dados iniciais:

Frequência cardíaca: _____ bpm

Frequência respiratória: _____ ipm

Saturação de O₂: _____ %

Pressão arterial: _____ X _____ mmHg

Dados finais:

Frequência cardíaca: _____ bpm

Frequência respiratória: _____ ipm

Saturação de O₂: _____ %

Pressão arterial: _____ X _____ mmHg

Observações: _____
