

Camila Fernanda Abranches Cruz
Renata Alves Frederico

**EFEITO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA FUNCIONAL NA FUNÇÃO MOTORA
GROSSA DE CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL**

Belo Horizonte
2016

Camila Fernanda Abranches Cruz
Renata Alves Frederico

**EFEITO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA FUNCIONAL NA FUNÇÃO MOTORA
GROSSA DE CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Orientador: Prof^a Marisa Cotta Mancini

Co-orientador: Prof. Sérgio Teixeira Fonseca

Dr^a Rejane Vale Gonçalves

Dedicamos este trabalho aos nossos pais pelo apoio e carinho durante todo o percurso acadêmico ao qual foram essenciais pra realização deste.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao nosso Deus todos os acasos que nos trouxeram até aqui. O nosso muito obrigado ao Prof Dr. Sérgio Teixeira pela orientação, à PhD. Priscila Albuquerque por toda ajuda e a todos os membros do Laboratório de Análise de Movimento pela parceria e boa convivência durante todo este processo. Agradecemos especialmente a dedicação e paciência da Dr^a Rejane Vale Gonçalves e da Prof^a Dr^a Marisa Cotta Mancini que nos orientaram durante a realização deste trabalho. Vocês são exemplo de profissionais para nós.

%Não há fatos eternos, como não há verdades absolutas.+

Friedrich Nietzsche

RESUMO

Fraqueza dos músculos flexores plantares contribui para limitação em atividades de mobilidade, em crianças com paralisia cerebral unilateral (PCU). Essa fraqueza pode limitar a realização de diversas atividades importantes no dia-a-dia dessas crianças. Uma das estratégias terapêuticas que contribui para o fortalecimento muscular é a estimulação elétrica funcional (FES), pois além de promover um recrutamento maior de unidades motoras, estimula o músculo no momento que ele estaria normalmente ativo. O objetivo do presente estudo é avaliar mudanças na função motora grossa de crianças com PCU após a estimulação elétrica funcional do tríceps sural, durante atividades funcionais, e avaliar também a manutenção desses efeitos após a retirada da intervenção. Realizou-se um estudo experimental de caso único do tipo A-B com follow-up. Participaram quatro crianças com PCU e média de idade 5,8 (1,3) anos. Foram realizadas quatro avaliações da função motora grossa através do teste Medida da Função Motora Grossa (GMFM): a primeira avaliação foi no início do estudo, a segunda logo antes do início da intervenção, a terceira logo após o período de intervenção (8 semanas) e a última após 4 semanas do término da intervenção. Para garantir que não houve mudança na pontuação do GMFM antes da intervenção foram comparadas as avaliações 1 e 2 e para investigar mudanças consequentes da intervenção, foram realizadas as comparações entre as avaliações 2 e 3; 1 e 4; 2 e 4. Nenhuma criança apresentou mudança significativa na fase basal. Na comparação entre as avaliações 1 e 4 e entre 2 e 4 todas as crianças tiveram aumento significativo do escore do GMFM. Duas crianças tiveram mudança significativa entre as avaliações 2 e 3. Os resultados do nosso estudo mostraram que a estimulação elétrica funcional no músculo tríceps sural pode ser um recurso utilizado para melhorar a função motora grossa de crianças com PC.

Palavras-chave: Paralisia Cerebral. Terapia por estimulação elétrica. Destreza motora. Reabilitação.

SUMÁRIO

1 Introdução	7
2 Metodologia	10
2.1 Delineamento	10
2.2 Amostra.....	10
2.3 Instrumentação e medidas	11
2.4 Procedimentos	12
2.5 Intervenção	13
2.6 Análise estatística	14
3 Resultados	15
4 Discussão	20
5 Conclusão	23
Referências	24
Anexos	26

1 Introdução

A Paralisia cerebral unilateral (PCU) é uma condição de saúde presente em 21% das crianças com PC (HIMPENS *et al.*, 2010). As crianças com PCU geralmente adquirem a marcha, mas o desempenho em atividades de mobilidade é limitado principalmente devido à fraqueza muscular, decorrente de várias alterações neurofisiológicas e estruturais causadas pela lesão do neurônio motor superior (BARRETT; LICHTWARK, 2010). Em geral, o recrutamento de unidades motoras é insuficiente, desordenado e lento (MOCKFORD; CAULTON, 2010).

A fraqueza muscular acomete grupos musculares importantes para a realização de atividades relacionadas à função motora grossa das crianças com PCU. De acordo com a literatura, crianças que apresentam maior fraqueza muscular tendem a ter piores resultados na avaliação da função motora grossa, principalmente na área da mobilidade, demonstrando que a capacidade de geração de força muscular tem um papel importante no desempenho de funções motoras grossas (EEK; BECKUNG, 2008). A mobilidade dessas crianças é afetada principalmente pela fraqueza dos músculos ao redor da articulação do tornozelo, como os flexores plantares (EEK; BECKUNG, 2008. JUNK; HER; KO, 2013). É possível que atividades que exijam força desses músculos, tais como a marcha, a subida e a descida de degraus e rampas, saltar, dentre outras, estejam comprometidas nas crianças com PCU (FONSECA *et al.*, 2004).

A limitação no desempenho de atividades funcionais pode ser refletida na restrição da participação dessas crianças em diversas situações e contextos importantes de vida. Nesse contexto, a melhora da mobilidade é um objetivo frequentemente demandado pela criança e pela família nos centros de reabilitação. Com base no princípio da especificidade que admite que o treinamento muscular como força, potência e resistência é altamente específico ao modo como o fortalecimento é realizado, a literatura sugere que mudanças na mobilidade são mais prováveis após treino durante a realização de

atividades funcionais do que após fortalecimento muscular não-contextualizado em atividades funcionais (KISNER; CAROLYN, 2005). Considerando a fraqueza muscular observada em crianças com PCU, tem-se utilizado a estimulação elétrica funcional (FES) como uma forma de potencializar o treino de força, pois além de promover um recrutamento maior de unidades motoras, estimula o músculo no momento que ele estaria normalmente ativo. (NELSON; HAYES; CURRIER, 2003).

A FES já tem sido utilizada em crianças com PC há alguns anos. Dentre os resultados positivos evidenciados na literatura estão o aumento da força muscular, a manutenção ou ganho de amplitude de movimento (ADM) e melhora de outros fatores relacionados à biomecânica da marcha (HO *et al.* 2006). A função motora grossa dessas crianças também tem sido investigada após o uso da FES. No que diz respeito ao músculo tríceps sural, a estimulação geralmente é realizada apenas durante a caminhada e os desfechos mais investigados são os parâmetros da marcha. Carmick (1993) realizou um estudo de caso com 3 crianças com PC e administrou a FES nos músculos tibial anterior e gastrocnêmio de acordo com o papel desempenhado por esses músculos durante as fases da marcha. A autora observou que a estimulação no músculo tibial anterior não alterou a marcha dessas crianças, bem como a estimulação no tríceps sural. Quando apenas o gastrocnêmio era estimulado, as crianças realizavam o contato inicial com o pé plano e tendiam a manter esse padrão algum tempo após a estimulação elétrica. Outro estudo investigou o efeito da administração da FES durante 15 minutos de caminhada na esteira na função motora grossa de crianças com PC. Apesar de ter tido melhora na função motora grossa, ao comparar com o grupo controle que havia realizado apenas a marcha na esteira sem o uso da FES, não houve diferença significativa entre os grupos (CHAN *et al.*, 2004).

Apesar do músculo tríceps sural estar ativo durante várias atividades, não há evidência do efeito da estimulação elétrica deste músculo associado ao treino funcional de outras atividades além da marcha. Com base no exposto, o objetivo do nosso estudo foi avaliar a função motora grossa de crianças com

paralisia cerebral após a estimulação elétrica funcional do tríceps sural ao caminhar, subir e descer degraus e ao realizar flexão plantar para alcançar objetos, e investigar se esses efeitos permanecem após a retirada da intervenção. Para demonstrar se a intervenção teve efeito no dia a dia da criança os pais serão entrevistados ao final do estudo.

2 METODOLOGIA

2.1 Delineamento

Realizou-se um estudo experimental de caso único do tipo A-B com follow-up que avaliou a função motora grossa de crianças com PCU submetidas a protocolo de intervenção com estimulação elétrica funcional. As quatro avaliações longitudinais consistiram em: Avaliação 1- documentação das medidas basais um mês antes do início da intervenção; Avaliação 2- realizada imediatamente antes do início da intervenção; Avaliação 3- feita logo após oito semanas de intervenção e Avaliação 4- as crianças foram reavaliadas um mês após o término da intervenção.

2.2 Amostra

A amostra foi de conveniência, composta por quatro crianças (3 meninas e 1 menino) com média de idade 5,8 (1,3) anos e diagnóstico médico de PC unilateral espástica, recrutadas na Associação Mineira de Reabilitação. Para entrar no estudo a criança deveria apresentar marcha independente, ou seja, níveis I ou II do *Gross Motor Function Classification System* (GMFCS), não apresentar o contato inicial de calcanhar do membro inferior afetado, ausência de contraturas e/ou deformidades no membro inferior, ser capaz de compreender estímulos verbais simples e não ter sido submetida à aplicação de toxina botulínica nos últimos 6 meses ou à cirurgia ortopédica nos últimos 12 meses. Durante o estudo os voluntários continuaram a realizar sua rotina e a frequentar as terapias (fisioterapia e/ou terapia ocupacional). Os terapeutas foram comunicados sobre o estudo e não realizaram nenhuma intervenção relacionada ao treino funcional proposto no presente estudo durante a duração do estudo.

As características descritivas da amostra de acordo com a idade, sexo e classificação do GMFCS de cada criança, encontram-se na Tabela 1.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Federal de Minas Gerais, (CAAE: 2855914.8.00005149). Os

responsáveis pelas crianças foram informados sobre os procedimentos e assinaram o termo de consentimento para participação de seu (ua) filho (a) (ANEXO1).

Tabela 1. Descrição da amostra.

Identificação	Idade	Hemiplegia	Sexo	GMFCS^a
Criança A	7 anos	Direita	Feminino	nível II
Criança B	5 anos	Esquerdo	Feminino	nível I
Criança C	4 anos	Esquerdo	Feminino	nível I
Criança D	5 anos	Direita	Masculino	nível I

^aGMFCS- Gross Motor Function Measure System

2.3 Instrumentação e medidas

A variável dependente do estudo foi a função motora grossa, avaliada pela versão traduzida para o português do teste Medida da Função Motora Grossa (GMFM) (ROSENBAUM *et al.*, 1993). O GMFM é um teste específico para crianças com PC e consiste em 66 itens divididos em cinco dimensões: A (deitar e rolar), B (sentar), C (engatinhar e ajoelhar), D (ficar em pé) e E (andar, correr e pular). A pontuação de cada item varia de 0 (não inicia a atividade) a 3 (realiza a atividade completa). Para calcular os escores é feita a soma do número de pontos obtidos dividido pela pontuação máxima possível (número de itens na dimensão multiplicado por três), e o escore total é o somatório do resultado de cada dimensão dividido pelo número de dimensões testadas. No presente estudo foram testadas as dimensões D (em pé) e E (andar, correr e pular), pois as crianças incluídas apresentavam marcha independente (JOSENBY *et al.*, 2009). A aplicação do GMFM foi realizada por um examinador diferente daquele que aplicou a intervenção e foi filmada para pontuação ao final do estudo. Um examinador previamente treinado, com nível aceitável de concordância inter e intra-examinador (Kappa > 85%), realizou a pontuação do teste GMFM aplicado nos quatro momentos do

acompanhamento longitudinal do estudo. Esse examinador foi cegado quanto a qual das avaliações se referia cada filmagem.

Ao final do estudo os pais foram entrevistados sobre as mudanças observadas após o uso da FES. Caso confirmassem, eram solicitados a relatarem quais foram as mudanças.

Na intervenção foi utilizado o aparelho TENS/FES portátil Respond Select (Empi Inc, St Paul, MN, USA), para a eletroestimulação do músculo gastrocnêmio do membro parético durante a realização tarefas funcionais e na marcha. Esse aparelho possui modos de tratamento pré-programados para reforço muscular e um disparador remoto que permite a estimulação do músculo no momento em que ele estaria normalmente ativo. A aplicação da estimulação elétrica foi realizada por um terapeuta com experiência prévia no uso da FES e na reabilitação de crianças.

2.4 Procedimentos

Os parâmetros de estimulação foram ajustados de forma individualizada de acordo com a necessidade de cada criança, segundo protocolo estabelecido por Reed (1997). Os eletrodos foram posicionados conforme a descrição de Carmick (1993), sobre os pontos motores do músculo gastrocnêmio (cabeça medial e lateral) do membro inferior afetado. Inicialmente, foi utilizada a intensidade mínima, sendo permitido à criança ativar o aparelho de forma a familiarizá-la. Na primeira sessão a frequência de estímulo foi ajustada em 7 pulsos por segundo e a intensidade foi aumentada até provocar a contração muscular visível. Na segunda sessão, a frequência de estímulo foi ajustada para 26 a 30 pulsos por segundos para atingir uma contração muscular tetânica suave (REED, 1997). Foi utilizada a corrente elétrica simétrica com duração do pulso de 300 microsegundos. A intensidade foi ajustada individualmente entre 17 e 33 miliamperes, respeitando a tolerância de cada criança. Por questões de segurança, a intensidade da corrente foi aumentada somente enquanto os canais dos eletrodos estavam ativos.

2.5 Intervenção

Esse estudo foi realizado na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais. A intervenção consistiu na aplicação da estimulação elétrica associada ao treino funcional durante 8 semanas, três vezes por semana com duração de 50 minutos por dia. O voluntário era recebido na sala de intervenção e orientado a retirar o calçado e a órtese curta, para realizar as atividades, exceto durante a marcha na qual as crianças usavam o tênis. Os eletrodos foram posicionados, a intensidade ajustada a cada sessão de intervenção e logo em seguida começava o treinamento.

O treinamento funcional consistiu na realização de atividades funcionais que necessitaram da contração do músculo gastrocnêmio como ficar na ponta do pé para alcançar um brinquedo colocado acima da altura da cabeça, subir e descer degrau, estimulação elétrica era ativada quando a criança realizava flexão plantar. Outra atividade realizada foi subida e descida de degraus da escada e de um banco; nesse último, o participante pegava um brinquedo que estava ao seu alcance e subia no banco para colocá-lo em cima da mesa; Para subir e descer degraus da escada a criança era orientada a realizar da maneira como faz no dia-a-dia, caso necessitasse de apoio poderia segurar no corrimão ou no terapeuta. Durante essas atividades a estimulação elétrica acontecia no momento em que a criança se impulsionava o membro afetado para subir no banco ou o degrau. Por último, o músculo foi estimulado na fase de apoio terminal da marcha durante a deambulação em superfícies planas e em rampas. Cada atividade teve duração média de 15 minutos.

Figura 1: Aplicação da estimulação elétrica durante atividades funcionais.



2.6 Análise estatística

O software Gross Motor Ability Estimator (GMAE) foi utilizado para a análise da pontuação do GMFM. A partir da pontuação obtida na primeira avaliação o software calcula o intervalo de confiança dessa medida. Depois é feita uma comparação entre a pontuação obtida na segunda avaliação, para identificar se a mudança do escore foi além dos limites do intervalo de confiança anterior (i.e. da primeira medida). Dessa forma é possível concluir se a mudança observada entre dois momentos foi estatisticamente significativa.

Para garantir que as crianças não apresentaram mudanças nos escores do GMFM antes da intervenção as avaliações 1 e 2 foram comparadas. Para investigar se houve mudança na função motora grossa, os resultados da pontuação do GMFM foram comparados entre as avaliações 2 e 3; 1 e 4; 2 e 4.

3 RESULTADOS

Todas as crianças compareceram à maioria das avaliações longitudinais e realizaram os mesmos exercícios funcionais estabelecidos no início do estudo, toleraram bem a estimulação elétrica e não apresentaram nenhuma queixa. A intensidade da estimulação elétrica e o número de sessões variaram entre as crianças, sendo a criança A submetida a 23 sessões de intervenção com amplitude média da corrente de 29 miliamperes. A criança B frequentou 19 sessões com média de 26 miliamperes, a criança C 21 sessões com média de 23 miliamperes e a criança D 20 sessões com média de 26 miliamperes. Os resultados mostrados a seguir estão separados por criança e foram avaliados individualmente (TABELA 2).

Nenhum participante obteve mudança significativa nas medidas basais do GMFM, ou seja, na comparação entre a avaliação 1 e 2. Na comparação entre as avaliações 1 e 4 todas as crianças tiveram aumento significativo do escore do GMFM do mesmo modo que entre as fases 2 e 4. A pontuação do GMFM de cada criança está representada no gráfico 1.

A criança A apresentou mudança significativa entre as avaliações 1 e 4, 2 e 4 e entre as fases 2 e 3. A tabela 2 mostra os itens nos quais a criança apresentou aumento na pontuação na comparação entre as avaliações 2 e 4.

Tabela 2. Mudança de escore do GMFM entre a avaliação 2 (logo antes da intervenção) e avaliação 4 (follow-up) da Criança A.

Itens	Comparação entre avaliações 2 e 4
57- Em pé, levanta pé esquerdo, braços livres, 10 segundos.	↔
61- Atinge a posição em pé através da semi-ajoelhada sobre o joelho esquerdo, sem usar os braços	↑
62- Abaixa-se para sentar no chão com controle,	↔

braços livres.

73- Em pé, anda 10 passos consecutivos para frente entre linhas paralelas afastadas. ↑

74- Em pé, anda 10 passos consecutivos para frente sobre uma linha reta com 2 cm de largura. ↑

88- Em pé em um degrau com 15 cm de altura, pula dele com os dois pés simultaneamente. ↑

*↑ Indica aumento no escore do item, ↔ indica que não houve alteração no escore do item entre as fases comparadas.

A criança B não apresentou mudança significativa entre as avaliações 2 e 3, mas a mudança foi significativa entre as avaliações 1 e 4 e 2 e 4. A tabela 3 mostra os itens que nos quais a criança apresentou aumento na pontuação na comparação entre as avaliações 2 e 4.

Tabela 3. Mudança de escore do GMFM entre a avaliação 2 (logo antes da intervenção) e avaliação 4 (follow-up) da Criança B.

Itens	Comparação entre avaliações 2 e 4
58- Em pé, levanta pé direito, braços livres, 10 segundos.	↔
62- Abaixa-se para sentar no chão com controle, braços livres.	↑
73- Em pé, anda 10 passos consecutivos para frente entre linhas paralelas afastadas.	↑
80- Em pé, pula 30,50 cm de altura, com os dois pés simultaneamente.	↑
83- Em pé, salta com o pé esquerdo 10 vezes dentro de um círculo de 61 cm de diâmetro.	↔

*↑ Indica aumento no escore do item, ↔ indica que não houve alteração no escore do item entre as fases comparadas.

A criança C apresentou aumento significativo no escore do GMFM em todas as comparações realizadas com exceção das medidas basais, entre as avaliações 1 e 2. A tabela 4 mostra os itens nos quais a criança apresentou aumento na pontuação na comparação entre as avaliações 2 e 4.

Tabela 4. Mudança de escore do GMFM entre a avaliação 2 (logo antes da intervenção) e avaliação 4 (follow-up) da Criança C.

Itens	Comparação entre avaliações 2 e 4
60 - Atinge a posição em pé através da semi-ajoelhada sobre o joelho direito.	↔
62- Abaixa-se para sentar no chão com controle, braços livres.	↑
74- Em pé, anda 10 passos consecutivos para frente sobre uma linha reta com 2 cm de largura.	↑
81- Em pé, pula 30,50 cm para frente, com os dois pés simultaneamente.	↑
88- Em pé em um degrau com 15 cm de altura, pula dele com os dois pés simultaneamente.	↑

*↑ Indica aumento no escore do item, ↔ indica que não houve alteração no escore do item entre as fases comparadas.

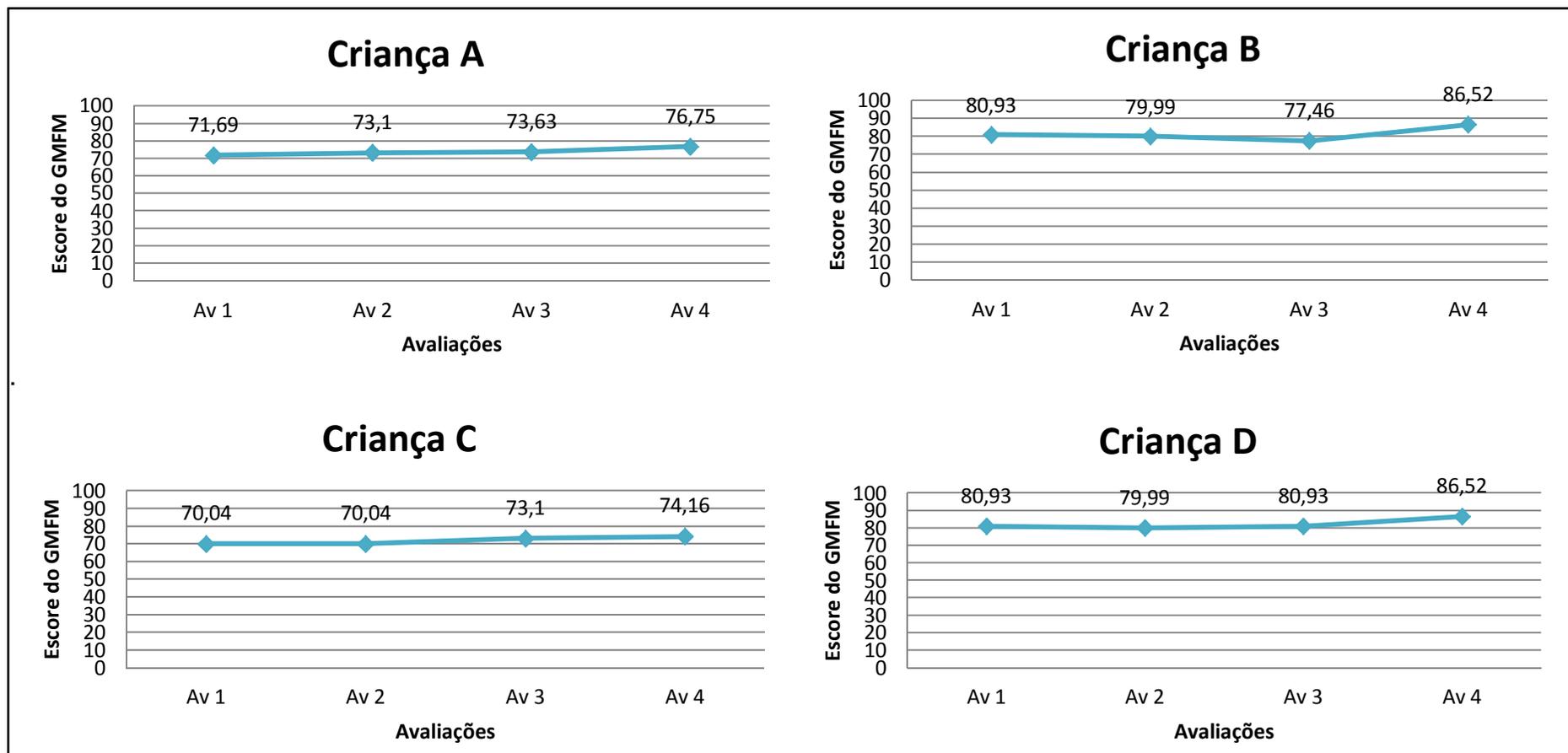
A criança D não evidenciou mudança significativa na função motora grossa entre as comparações das avaliações 2 e 3, mas mudou significativamente entre as avaliações 1 e 4; 2 e 4. O participante atingiu pontuação máxima após um mês do final da intervenção em 4 dos 5 itens que ele não tinha atingido a pontuação esperada de acordo com sua idade e nível do GMFCS na segunda avaliação (TABELA 5).

Tabela 5. Mudança de escore do GMFM entre a avaliação 2 (logo antes da intervenção) e avaliação 4 (follow-up) da Criança D.

Itens	Comparação entre avaliações 2 e 4
57- Em pé, levanta pé esquerdo, braços livres, 10 segundos.	↔
62- Abaixa-se para sentar no chão com controle, braços livres.	↑
80- Em pé, pula 30,50 cm de altura, com os dois pés simultaneamente.	↑
82- Em pé, salta com o pé direito 10 vezes dentro de um círculo de 61 cm de diâmetro.	↑
85- Em pé, segurando em um corrimão, desce 4 degraus, alternando os pés	↑

*↑ Indica aumento no escore do item, ↔ indica que não houve alteração no escore do item entre as fases comparadas.

Gráfico 1. Pontuação do GMFM de cada criança de acordo com cada avaliação



*Pontuação do GMFM em porcentagem (%), analisada através do GMAE.

4 DISCUSSÃO

Os resultados do nosso estudo mostram que a estimulação elétrica funcional no músculo tríceps sural pode ser um recurso terapêutico para melhorar a função motora grossa de crianças com PC. Em acréscimo, após o período de um mês da retirada da intervenção, todas as crianças mantiveram o aumento na função motora grossa, em relação à avaliação logo antes do início da intervenção, mostrando que os ganhos são mantidos durante esse período de tempo.

As crianças A e C também apresentaram mudança significativa entre as avaliações 2 (logo antes da intervenção) e 3 (logo após o fim do período de intervenção). É possível que a mudança evidenciada nessas crianças logo após o período de intervenção seja devido ao fato de a criança A ter o maior comprometimento motor e a criança C ser a participante mais nova, fatores esses que estão relacionados com a quantidade de mudança capaz de ser observada através do GMFM (PALISANO, *et al.* 1997). Esses resultados se assemelham ao que foi encontrado em um estudo que aplicou durante cinco semanas um protocolo de exercícios de fortalecimento específico em crianças com PC (SALEM; GODWIN, 2009). Este estudo evidenciou melhora no desempenho de atividades funcionais e na mobilidade, porém não houve fase de follow-up, não podendo evidenciar se tais efeitos permaneceram após a retirada da intervenção.

As crianças B e D eram as mais funcionais, ou seja, obtiveram pontuação alta no GMFM na primeira avaliação o que pode ter ocasionado efeito teto nos resultados. Contudo, esses participantes apresentaram mudança significativa após o período de follow-up. A melhora do desempenho evidenciado somente nessa fase pode estar associada ao fortalecimento muscular juntamente com o aprendizado do teste aplicado. Outro aspecto importante de se considerar é o efeito tardio da intervenção. Um estudo que comparou dois protocolos diferentes de fortalecimento muscular em adolescentes com PC mostrou que um dos participantes apresentou melhora na velocidade de marcha no período

de follow-up (FURTADO *et al.* 2015). Tal estudo discute que o indivíduo pode transferir os ganhos obtidos pela intervenção ao longo do tempo, em suas atividades do dia a dia. Isso pode ter acontecido com as crianças B e C que evidenciaram melhora somente no período pós intervenção.

A estimulação elétrica no tríceps sural em outras atividades além da marcha pode ter contribuído para o aumento das habilidades das crianças em mais atividades do cotidiano como subir e descer degraus e pular. Isso condiz com o relato dos responsáveis de três dos quatro participantes que observaram melhora na atividade de subir e descer degraus. Segundo eles as crianças após o estudo começaram a alternar os pés nos degraus, a subir e descer mais rápido e retiraram o apoio das mãos no corrimão. Além disso, de acordo com os pais algumas crianças melhoraram o equilíbrio e tiveram redução na ocorrência de quedas. Uma das crianças parou de relatar dor na perna acometida após caminhar e correr. Todos os responsáveis observaram melhora no padrão de marcha das crianças como aumento do comprimento do passo e da velocidade da marcha; a retirada maior do pé no chão, arrastando menos e realizando o contato com choque de calcanhar, andando menos na ponta dos pés. Um estudo que utilizou a FES no músculo gastrocnêmio durante a marcha mostrou resultados positivos no nível de estrutura e função do corpo como melhora na fase de impulsão da marcha, aumento no tamanho e diminuição da frequência dos passos (HO *et al.* 2006). Embora tenha evidenciado resultados satisfatórios nos desfechos avaliados, tal estudo demonstrou somente efeitos imediatos à intervenção, sem período de follow-up.

A literatura mostra que o fortalecimento específico pode ser benéfico em crianças com PC. O uso da FES pode ser um recurso adicional ao fortalecimento muscular e além de promover resultados satisfatórios na função motora grossa de crianças com PCU demonstrados no presente estudo, é de fácil manuseio, não invasivo e ideal para utilizar em crianças que não são capazes de ativar a musculatura de forma eficiente.

Devido ao pequeno número de participantes e ao fato de termos recrutado apenas crianças com marcha independente, os resultados positivos

encontrados não podem ser generalizados para todas as crianças com PC, sendo necessário mais estudos englobando crianças que deambulam utilizando auxílio e com um número de participantes maior. Além disso, a melhora relatada pelos pais em relação ao equilíbrio não foi avaliada quantitativamente no nosso estudo, mas é um desfecho importante no contexto de reabilitação dessas crianças. Desse modo, o efeito da FES no equilíbrio deve ser investigado em pesquisas futuras.

5 CONCLUSÃO

Os resultados do nosso estudo sugerem que o fortalecimento muscular com o uso da FES em atividades além da marcha pode ser utilizado para melhorar a função motora grossa de crianças com paralisia cerebral.

REFERÊNCIAS

BARRETT, R.S.; LICHTWARK, G.A. Gross muscle morphology and structure in spastic cerebral palsy: a systematic review. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v.52, p. 794. 804, 2010.

CARMICK, J. Clinical Use of Neuromuscular Electrical Stimulation for Children With Cerebral Palsy, Part 1: Lower Extremity. **Physical Therapy**. v.73, n.8, p.505-514, aug. 1993.

CHAN, N.N.C.; SMITH, A.W.; LO, S.K. Efficacy of neuromuscular electrical stimulation in improving ankle kinetics during walking in children with cerebral palsy. **Hong Kong Physiother**, v. 22, p. 50-56, november 2004.

EEK, M.; BECKUNG, E. Walking ability is related to muscle strength in children with cerebral palsy. **Gait and Posture**, v. 28, n.3, p. 366-371, 2008.

FONSECA, S.T.; HOLT K.G.; FETTERS, L.; SALTZMAN, E. Dynamic resources used in ambulation by children with spastic hemiplegic cerebral palsy: relationship to kinematics, energetics, and asymmetries. **Phys Ther**. v.84 n.4, p.344-354, 2004.

FURTADO, S.R.V .; VAZ, D.V.; MOURA, L.B.; PINTO, T.P.S.; MANCINI, M.C. Fortalecimento muscular em adolescentes com paralisia cerebral: avaliação de dois protocolos em desenho experimental de caso único. **Rev. Bras. Saúde Matern. Infant.**, Recife, v.15, n.1, p. 67-80, mar. 2015.

HIMPENS, E.; OOSTRA, A.; FRANKI, I.; VANSTEELANDT, S.; VANHAESEBROUCK, P.; DEN BROECK, C.V. Predictability of cerebral palsy in a high-risk NICU population. **Early Hum Dev.**, v. 86, p.413. 417, 2010.

HO, C.L.; HOLT, K.G.; SALTZMAN, E.; WAGENAAR, R. C. Function Electrical Stimulation Changes Dynamic Resources in Children with Spastic Cerebral Palsy. **Physical Therapy**, v.86, n.7, july. 2006.

JOSENBY, A. L.; JARNIO, G.B.; GUMMESSON, C.; NORDMARK, E. Longitudinal construct validity of the GMFM-88 total score and goal total score ante the GMFM - 66 score in a 5-year follow-up study. **Physical Therapy**, v. 89, n. 4, april. 2009.

JUNG, J.W.; HER, J.G.; KO, J. Effect of strenght training os ankle plantarflexors on selective voluntary motor control, gait parameters, and gross motor function of children with cerebral palsy. **J.Phys.Ther.Sci.**, v. 25, p.1259-1263, 2013.

KISNER, C.; COLBY, L.A. Exercícios Resistidos. In: **Exercícios Terapêuticos: fundamentos e técnicas**. São Paulo: Manole, 2005. p. 58-148.

MOCKFORD, M.; CAULTON, J. The pathophysiological basis of weakness in children with cerebral palsy. **Pediatric Physical Therapy**, 2010.

PALISIANO, R.; ROSEBAUM, P.; WALTER, S.; RUSSELL, D.; WOOD, E.; GALUPPI, B. Development and reliability of a system, to classiffy gross motor function in children with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 39, p. 214-223, 1997.

REED, B. The physiology of neuromuscular electrical stimulation. **Pediatr Phys Ther.**v.9, p.96-102, 1997.

ROSENBAUM, R.D.; GROWLAND, C.; HARDY, S.; LANE, M.; PLEWS, N.; MAGAVIN, H.; CADMAN, D.; JARVIS, S. **Administration and Scoring in Gross Motor Function Mesuare Manual**. McMaster University, Toronto, September, 1993.

SALEM, Y.; GODWIN, E.M. Effects of task-oriented training on mobility function in children with cerebral palsy. **NeuroRehabilitation**, v. 24, p. 307. 313, 2009.

SWEARINGEN, J. V. Estimulação elétrica para aprimorar e restabelecer a performance muscular. In: NELSON, R. M.; HAYES, K. W.; CURRIER, D. P. **Eletroterapia Clínica**. 3.ed. Barueri, SP: Manole, 2003. cap.4, p. 143 -182.

Anexo 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezados pais ou responsáveis,

Você e seu filho estão sendo convidados a participarem da pesquisa intitulada: "O efeito da estimulação elétrica funcional na marcha de crianças com hemiplegia espástica". O objetivo desta pesquisa será investigar os efeitos de um programa de estimulação elétrica no músculo da panturrilha da criança durante a realização de algumas atividades, como subir e descer degraus, ficar na ponta dos pés e andar, com a finalidade de fortalecer o músculo estimulado. Caso vocês decidam aceitar o convite, vocês deverão comparecer ao Laboratório de Análise de Movimento, localizado no primeiro andar da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (UFMG), no campus universitário da Pampulha, em Belo Horizonte, MG. Além disso, vocês deverão levar sua criança para ser atendida por uma fisioterapeuta 3 vezes por semana, durante 8 semanas. Os horários a serem definidos para as avaliações da criança e para a intervenção serão aqueles de maior conveniência para vocês.

Instrumentos que serão utilizados no estudo

- Sistema de Análise de Movimento: análise dos movimentos da criança andando será feita através de um aparelho chamado Sistema de Análise de Movimentos que capta imagens emitidas por pequenas bolinhas que serão colocadas no corpo da criança usando uma fita adesiva dupla-face ou faixas presas com velcro.
- Filmagem: todas as avaliações das crianças serão filmadas com o objetivo de registrar o comportamento da criança durante o teste.
- Teste GMFM (Gross Motor Function Measure): este teste avalia a quantidade de função motora grossa que a criança consegue realizar. Inclui atividades como ficar de pé, andar, correr e pular.
- Aparelho de estimulação elétrica: será usado um aparelho que possui eletrodos que serão colocados na panturrilha da criança utilizando fita adesiva; e um controle remoto que liga a corrente elétrica para estimular a contração do músculo.

Procedimentos

Antes do início do estudo, serão avaliadas a amplitude de movimento do quadril, joelho e tornozelo do membro inferior afetado através de um goniômetro; força dos músculos que flexionam e estendem o quadril, joelho e tornozelo utilizando-se um aparelho chamado dinamômetro manual e será feita análise visual de como a criança anda para verificar se a criança se encaixa nos critérios de inclusão do estudo.

As crianças que participarem deste estudo serão avaliadas duas vezes por semana durante aproximadamente 32 semanas no total. Nas primeiras 4 semanas haverá somente as avaliações semanais, depois, nas próximas 8 semanas a criança será atendida por uma fisioterapeuta que realizará atividades associadas a brincadeiras e também usando o aparelho de estimulação elétrica em 3 sessões por semana, com duração de 30 minutos

cada sessão. Após o período de intervenção haverá mais 4 semanas com duas avaliações semanais com objetivo de verificar se os resultados obtidos serão mantidos. As avaliações serão realizadas no Laboratório do Departamento de Fisioterapia da UFMG. As sessões de fisioterapia serão realizadas em um local próximo ao Laboratório localizado no mesmo andar.

A cada semana, quando vocês chegarem ao Laboratório, todos os equipamentos já estarão montados e posicionados. Haverá oito câmeras do Sistema de Análise de Movimento e mais uma câmera para filmar a criança. No centro das câmeras terá um tablado sobre o qual a criança irá andar. As avaliações semanais incluem:

- 1- Análise da maneira como a criança anda em superfície plana regular de aproximadamente 6 metros de comprimento.
- 2- Aplicação do teste GMFM: a criança será solicitada a realizar atividades como correr, subir e descer escadas e saltar e serão registradas quais atividades ela consegue realizar parcialmente ou completamente.
- 3- Aplicação da Escala GAS (Goal Attainment Scale): essa escala será utilizada para estabelecer objetivos funcionais a serem alcançados com o tratamento.

Riscos e Desconfortos

Em caso de cansaço, a criança poderá parar para descansar por alguns minutos. Para diminuir os riscos de machucar em possíveis quedas, a criança será acompanhada de perto pelo examinador. Durante o filme da marcha, a criança deverá se locomover em uma distância de 6 metros, da forma habitual, por dez vezes. Se a criança reclamar cansaço durante esta atividade, ela poderá descansar por alguns minutos. Durante os testes de amplitude de movimento, avaliação da função motora, medidas antropométricas e análise da marcha a criança poderá apresentar algum desconforto, devido à necessidade de manter a postura necessária para a mensuração destes testes. Nestes casos serão oferecidos brinquedos apropriados à faixa etária ou estímulos verbais dados pela terapeuta ou responsáveis para facilitar que a criança permaneça na posição desejada. Durante a fase de intervenção com uso do aparelho para estimulação elétrica caso a criança sinta dor, a intensidade da corrente elétrica será diminuída de acordo com a tolerância da criança, de forma que a contração muscular seja estimulada sem provocar dor. Mas caso a criança não tolere a intensidade mínima da corrente elétrica necessária para estimular a contração muscular, ela não participará do estudo. As necessidades e o possível medo da criança serão sempre respeitados. Se a criança ou o responsável pedir, o aparelho será desligado. A criança será orientada a ficar próxima do terapeuta durante o período de estimulação elétrica. Caso a criança se desloque para longe do aparelho de estimulação elétrica inesperadamente, e os eletrodos sejam arrancados da pele, o aparelho é programado para desligar imediatamente.

Confidencialidade

Para assegurar o anonimato e confidencialidade das informações obtidas, sua criança receberá um número de identificação ao entrar no estudo e o nome dela nunca será revelado em nenhuma situação. Se a informação coletada vir a ser publicada em revista ou evento científico, seu (ua) filho (a) não será identificado(a), uma vez que será representado(a) com um número. Os dados coletados serão utilizados apenas para fins dos objetivos da pesquisa em foco e ficarão sob responsabilidade do pesquisador principal, em um computador, até que todos os dados sejam analisados e os resultados publicados em revistas científicas.

Benefícios

Este estudo poderão beneficiar seu filho diretamente, já que ele participará de um programa de intervenção que pode ser benéfico para ele, promovendo melhora do seu desempenho em atividades funcionais. Além disso as informações provenientes deste estudo beneficiarão os profissionais da área de desenvolvimento infantil, incluindo fisioterapeutas e terapeutas ocupacionais, a compreender melhor os resultados obtidos com o uso da estimulação elétrica e a planejar terapêuticas adequadas que sejam direcionadas para as necessidades reais da criança no seu processo de evolução.

Recusa ou Abandono

A participação de sua criança neste estudo é inteiramente voluntária e você (s) é (são) livre (s) para participar ou abandonar o estudo a qualquer momento. Depois de ter lido as informações acima, se for de sua vontade participar, por favor, preencha o consentimento abaixo.

Todos os custos da pesquisa estão previstos no orçamento. Não haverá remuneração para a pesquisadora. As crianças e suas famílias terão participação voluntária no estudo, portanto não serão remuneradas pela participação.

Você receberá uma cópia deste termo onde constam o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sobre sua participação agora ou em qualquer momento.

Agradecemos a sua colaboração.

Atenciosamente,

Rejane Vale Gonçalves
Doutoranda do Programa de Pós-Graduação
em Ciências da Reabilitação da UFMG

Profª Marisa Cotta Mancini, ScD
Departamento de Terapia Ocupacional da UFMG

CONSENTIMENTO

Declaro que li e entendi as informações contidas acima, sendo os objetivos e procedimentos explicados claramente. Todas as minhas dúvidas

foram esclarecidas e recebi uma cópia deste formulário de consentimento. Dou a minha permissão para meu(inha) filho (a) participar deste estudo.

Assinatura do pai ou responsável

Belo Horizonte, _____ de _____ de 20____.

- Coordenadora do Projeto: Prof^a Dr^a Marisa C. Mancini, Departamento de Terapia Ocupacional da UFMG, fone: (31) 3499-4790/ (31) 8857-7672. Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627, Pampulha. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Belo Horizonte/ MG- CEP: 31270-901

- Pesquisadora: Rejane Vale Gonçalves, fone: (31) 3889-3386/ (31) 8661-3821. Endereço: Rua Rio Grande do Sul, 1054/901, Bairro Santo Agostinho, Belo Horizonte/MG - CEP: 30170-111.

- Comitê de Ética e Pesquisa da UFMG. Telefax: (31) 3409-4592. Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627, Pampulha. Unidade Administrativa II, 2º andar - sala 2005, Belo Horizonte/MG - CEP: 31270-901. E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Anexo 2 Folha de pontuação do GMFM

FOLHA DE PONTUAÇÃO (GMFM-88 e GMFM-66)*

Nome da criança: _____ Registro: _____

Data da avaliação:

Data de nascimento:

Idade cronológica anos meses

Nome do avaliador: _____

Nível no GMFCS¹

I II III IV V

Condições de teste (p. ex., local, vestuário, tempo, outras pessoas presentes):

A GMFM é um instrumento de observação padronizado, elaborado e validado para medir mudança na função motora grossa que ocorre ao longo do tempo nas crianças com paralisia cerebral. O sistema de pontuação deve ser entendido como diretriz genérica. Entretanto, a maioria dos itens tem descrição específica para cada pontuação. É obrigatório que as diretrizes contidas no manual sejam usadas para pontuar cada item.

SISTEMA DE PONTUAÇÃO*	
0	= não inicia
1	= inicia
2	= completa parcialmente
3	= não completa
NT	= não testado (usado na pontuação pelo GMAE)

ITEM	D: EM PÉ	PONTUAÇÃO					NT			
*52	NO CHÃO: puxa-se para a posição em pé apoiada em um banco grande	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	52.
*53	EM PÉ: mantém, braços livres, por 3 segundos	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	53.
*54	EM PÉ: segurando-se em um banco grande com uma mão, levanta o pé direito, por 3 segundos ..	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	54.
*55	EM PÉ: segurando-se em um banco grande com uma mão, levanta o pé esquerdo, por 3 segundos ..	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	55.
*56	EM PÉ: mantém, braços livres, por 20 segundos	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	56.
*57	EM PÉ: levanta o pé esquerdo, braços livres, por 10 segundos	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	57.
*58	EM PÉ: levanta o pé direito, braços livres, por 10 segundos	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	58.
*59	SENTADA EM BANCO PEQUENO: atinge a posição em pé sem usar os braços	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	59.
*60	AJOELHADA: atinge a posição em pé passando pela posição semiajoelhada sobre o joelho direito, sem usar os braços	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	60.
*61	AJOELHADA: atinge a posição em pé passando pela posição semiajoelhada sobre o joelho esquerdo, sem usar os braços	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	61.
*62	EM PÉ: abaixa-se com controle para sentar no chão, braços livres	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	62.
*63	EM PÉ: agacha-se, braços livres	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	63.
*64	EM PÉ: pega um objeto no chão, braços livres, retorna para a posição em pé	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	64.
TOTAL DA DIMENSÃO D										
<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>										

ITEM	E: ANDAR, CORRER, PULAR	PONTUAÇÃO					NT			
*65	EM PÉ, SEGURANDO-SE COM AS DUAS MÃOS EM UM BANCO GRANDE: anda de lado 5 passos para o lado direito	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	65.
*66	EM PÉ, SEGURANDO-SE COM AS DUAS MÃOS EM UM BANCO GRANDE: anda de lado 5 passos para o lado esquerdo	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	66.
*67	EM PÉ, DUAS MÃOS SEGURADAS: anda 10 passos para a frente	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	67.
*68	EM PÉ, UMA MÃO SEGURADA: anda 10 passos para a frente	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	68.
*69	EM PÉ: anda 10 passos para a frente	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	69.
*70	EM PÉ: anda 10 passos para a frente, para, vira 180° e retorna	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	70.
*71	EM PÉ: anda 10 passos para trás	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	71.
*72	EM PÉ: anda 10 passos para a frente, carregando um objeto grande com as duas mãos	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	72.