

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

NATÁLIA PEREIRA DA SILVA

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE FUNCIONAL
CARDIORRESPIRATÓRIA E MODULAÇÃO AUTÔNOMICA EM
PACIENTES COM PARALISIA CEREBRAL

São Paulo, SP

2016

NATÁLIA PEREIRA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE FUNCIONAL
CARDIORRESPIRATÓRIA E MODULAÇÃO AUTONÔMICA EM
PACIENTES COM PARALISIA CEREBRAL**

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

Orientador: Prof. Dr. Luciana Maria Malosá Sampaio

Co-orientadora: Prof. Dr. Claudia Santos de Oliveira

São Paulo, SP

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Silva, Natália Pereira da.

Avaliação da capacidade funcional cardiorrespiratória e modulação autonômica em pacientes com paralisia cerebral./

Natália Pereira da Silva. 2016.

104 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2016.

Orientador (a): Prof^ª. Dr^ª. Luciana Maria Malósa Sampaio.

1. Paralisia cerebral. 2. Fisioterapia. 3. Capacidade funcional. 4. Modulação autonômica.

I. Sampaio, Luciana Maria Malósa. II. Título

CDU 615.8

São Paulo, 03 de fevereiro de 2016.

TERMO DE APROVAÇÃO

Aluno(a): Natalia Pereira da Silva

Título da Dissertação: "Avaliação da capacidade funcional cardiorrespiratória e modulação autonômica em pacientes com paralisia cerebral".

Presidente: PROFA. DRA. LUCIANA MARIA MALOSÁ SAMPAIO

Luciana Maria Malosá Sampaio

Membro: PROFA. DRA. SIMONE DAL CORSO

Simone Dal Corso

Membro: PROFA. DRA. RAQUEL DE PAULA CARVALHO

Raquel Paula Carvalho

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho exclusivamente aos pacientes e seus responsáveis que permitiram a construção e finalização do mesmo. Todo o esforço e dedicação foram em prol da contribuição para uma melhor abordagem de tratamento para eles.

AGRADECIMENTOS

A Deus por permitir a existência deste plano e nos oferecer a oportunidade de evolução.

À Prof. Dr. Luciana Maria Malosá Sampaio por cada minuto, palavra, conselho, ajuda e principalmente o respeito que foram constantes. Ficam a minha admiração, carinho e respeito. Sem ela nada teria sentido, pois desde o início me fez acreditar que seria possível concretizar esta etapa profissional.

À Prof. Dr. Claudia Santos de Oliveira que aceitou ser co-orientadora do trabalho e que sempre esteve disponível ao longo do desenvolvimento deste.

À minha família pelo amor, carinho e respeito. Em especial a minha irmã Camila pelo companheirismo e compreensão ao longo desta caminhada. Sabemos de todas as dificuldades até aqui enfrentadas, e mesmo assim, ela foi paciente e sempre me transmitiu confiança e força.

À Fátima Ferreira, grande amiga e parceira de vários momentos da minha vida. Costumo dizer que ela é um anjo que me envia forças nas horas mais difíceis e também compartilha alegria por meio do seu otimismo permanente.

À equipe formada no laboratório que se empenhou e acreditou para a construção deste projeto com critério e me apoiou em todos os momentos. A Mestre Aline Marsico, aos Doutorandos Etiene Farah e Ivan Peres, a Pós Doutoranda Vivian Arakelin, a Doutora Fabiana Peixoto e aos alunos de Iniciação Científica, Henrique Galli, Priscilla Silva e Victoria Chagas.

Ao Prof. Dr. Dirceu Costa pela oportunidade de desenvolver o trabalho de apoio técnico no laboratório e assim, poder conhecer e vivenciar a parte administrativa e organizacional do nosso ambiente de pesquisa. Além da colaboração para a construção deste trabalho.

À Ligia Abram a qual fez parte da minha trajetória na graduação e que se tornou minha inspiração profissional. Lembro com carinho e muito orgulho de tudo que me ensinou e ainda me ensina.

À Eliana Varise por todo o conhecimento compartilhado, pelo trabalho em equipe, pelos conselhos e por todo o tempo disponibilizado para me ajudar em vários momentos da minha vida.

À Prof. Dr. Simone Dal Corso pela contribuição e conhecimento compartilhado que enriqueceu o trabalho como um todo.

Ao Prof. Dr. Lawrence Cahalin pela oportunidade de aprendizado e rica contribuição do nosso trabalho. Além da interação e parceria com o grupo.

A todos que passaram por esta etapa junto comigo e contribuíram direta ou indiretamente para construção deste trabalho. Não citarei nomes, pois, receio esquecer alguns e não me perdoaria se acontecesse.

À Universidade Nove de Julho pela bolsa de estudo do Mestrado e infraestrutura oferecida.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa vigente no país sob número do processo 2014/06041-3, pela oportunidade de realizar o Estágio de Pesquisa no Exterior, por meio da BEPE sob o número do processo 2015/07355-4 e por todo o suporte financeiro e educacional proporcionado para a realização deste projeto.

RESUMO

Introdução: Pouco se conhece da capacidade funcional cardiorrespiratória de crianças com Paralisia Cerebral (PC). Muitas dúvidas também surgem a respeito da modulação do sistema nervoso autônomo para diferentes gravidades motoras das mesmas. Consolidar formas avaliativas da capacidade funcional de fácil acesso e simples entendimento para essas crianças, que sejam confiáveis e reprodutíveis. **Objetivo:** Estudo 1: Investigar se os testes de caminhada de seis minutos (TC6) e teste de caminhada de 10 metros (TC10m) são realizados para avaliação da capacidade funcional em crianças e adolescentes com PC. Estudo 2: Investigar se existem diferenças na modulação autonômica em diferentes níveis de gravidade motora em crianças com PC. Estudo 3: Investigar a reprodutibilidade do TC6 e Shuttle Walk Test Incremental (*SWTI*) em crianças com PC em diferentes níveis do *System Classification Functional Motor Gross* (GMFCS) I a III. **Material e Métodos:** Estudo 1: Trata-se de uma Revisão Sistemática com Metanálise. A pesquisa foi realizada até novembro de 2015 em 5 bases de dados: Pubmed, Pedro, Medline, Cochrane, CINAHL sob critérios de resultados em distância percorrida no TC6 e TC10m. Estudo 2: Trata-se de um estudo transversal. Participaram 30 crianças com níveis do GMFCS I a III. A Frequência Cardíaca (FC) e os dados de intervalos RR foram coletados por meio de um monitor de FC (Polar RS800CX Polar, Finlândia). As crianças foram instruídas a permanecerem deitadas em posição supina durante 10 minutos, em seguida, permanecerem em pé durante 10 minutos. Estudo 3: Trata-se de um estudo transversal. Cada criança realizou 2 vezes o mesmo teste (TC6 e *SWTI*) com intervalo de 30 minutos entre eles. A reprodutibilidade de ambos os testes foi testada para crianças com PC, GMFCS I a III. **Resultados:** Estudo 1: 39 estudos apresentaram critérios compatíveis com o objetivo da revisão sistemática. Realizou-se a metanálise de 5 estudos, dentre eles 3 estudos se reportaram ao TC6, apenas 1 sendo favorável ao grupo experimental (GE); e 2 ao TC10m, ambos próximos a favor do GE. Estudo 2: Não houve diferenças estatísticas significativas ($p > 0,05$) nos parâmetros LF, HF e de relação LF/HF entre classificações diferentes do GMFCS. Estudo 3: A distância percorrida no 1º e 2º teste, para ambos os testes, não foi estatisticamente significativa ($p = 0,63$

para TC6 e $p=0,39$ para SWTI). **Conclusão:** Ferramentas simples e válidas podem vir a tornar-se prática da conduta profissional em prol dos indivíduos com PC. A modulação autonômica não está correlacionada com a gravidade motora das crianças com PC. Os testes de campo: TC6 e *SWT* são reprodutíveis e confiáveis para esta população.

Palavras Chaves: Paralisia Cerebral, Fisioterapia, Capacidade Funcional, Modulação Autonômica, Teste de Caminhada de Seis Minutos, Teste de Caminhada de Velocidade Incremental.

ABSTRACT

Background: Little is known about the functional cardiorespiratory capacity of children with Cerebral Palsy (CP). Many questions also arise regarding the modulation of the autonomic nervous system for different motor severity of them. Consolidating evaluative forms of functional capacity easily accessible and simple understanding for these children that are reliable and reproducible.

Objective: Study 1: To investigate whether the six-minute walk test (6MWT) and walk test 10 meter (TC10m) are performed to assess functional capacity in children and adolescents with CP. Study 2: To investigate whether there are differences in autonomic modulation in different levels of motor severity in children with CP. Study 3: To investigate the reproducibility of the 6MWT and Shuttle Walk Test Incremental (SWTI) in children with CP in different levels System Functional Classification Engine Gross (GMFCS) I to III. **Material and**

Methods: Study 1: This is a systematic review with meta-analysis. The survey was conducted until November 2015 in 5 databases: Pubmed, Pedro, Medline, Cochrane, CINAHL under results criteria in 6MWD and TC10m. Study 2: This is a cross-sectional study. Attended by 30 children with levels of GMFCS I to III. The Heart Rate (HR) and RR interval data were collected through a HR monitor (Polar RS800CX Polar, Finland). Children were instructed to remain lying in the supine position for 10 minutes then remained standing for 10 minutes. Study 3: This is a cross-sectional study. Each child held 2 times the same test (6MWT and SWTI) with an interval of 30 minutes between them. The reproducibility of both tests was tested for children with CP, GMFCS I to III. **Results:** Study 1: 39 studies met the criteria consistent with the objective of the systematic review. We conducted a meta-analysis of 5 studies, including three studies reported the 6MWT, only one is in favor of the experimental group (EG); and 2 to TC10m, both close in favor of GE. Study 2: There were no statistically significant differences ($p > 0.05$) on the parameters LF, HF and LF / HF ratio between different classifications of GMFCS. Study 3: The distance covered on the 1st and 2nd test, for both tests was not statistically significant ($p = 0.63$ for 6MWT and $p = 0.39$ for SWTI). **Conclusion:** Simple and valid tools are likely to become practice of professional conduct on behalf of individuals with CP. The autonomic modulation is not correlated with the severity of motor children with

CP. Field tests: 6MWT and SWT are reproducible and reliable for this population.

Key Words: Cerebral Palsy, Physical Therapy, Functional Capacity, Autonomic Modulation, Six Minute Walk Test, Walking speed Incremental Test.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS E TABELAS.....	13
LISTA DE FIGURAS.....	14
LISTA DE ABREVIATURAS.....	15
1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	17
1.1 Definição e Prevalência da Paralisia Cerebral (PC).....	17
1.2 Diferentes Escalas de Classificações para Crianças com PC.....	17
1.3 Capacidade Cardiorrespiratória.....	20
1.4 Testes de Capacidade Funcional.....	22
1.5 Teste de Caminhada com Velocidade Incremental e Endurance.....	23
1.6 Teste de Caminhada de 6 minutos (TC6).....	25
1.7 Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC).....	27
1.8 Justificativa.....	28
2. OBJETIVOS.....	30
3. MÉTODOS.....	31
3.1 Delineamento do Estudo.....	31
3.2 Casuística.....	31
3.3 Critérios de inclusão.....	31
3.4 Critérios de Exclusão.....	32
3.5 Protocolo.....	32
3.6 Procedimento de avaliação.....	32
3.7 Ficha de identificação.....	34
3.8 Sistema de Classificação da Função Motora Grossa.....	34
3.9 Escala de Mobilidade Funcional.....	34
3.10 Prova de Função Pulmonar.....	35
3.11 Força Muscular Respiratória.....	35
3.12 Avaliação da Composição Corporal.....	36
3.13 Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca.....	36
3.14 Teste de Velocidade Incremental e Endurance.....	37
3.15 Teste de Caminhada de Seis minutos.....	37
4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	39

5. RESULTADOS.....	41
Estudo 1.....	42
Estudo 2.....	61
Estudo 3.....	71
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
8. ANEXOS.....	103
Anexo A (Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa).....	103
Anexo B (Termo de Consentimento Livre e esclarecido).....	104
Anexo C (Ficha de Avaliação).....	107

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 referente ao estudo 1: Características dos estudos incluídos na Revisão Sistemática – Estudo 1.....	49
Tabela 2 referente ao estudo 1: Avaliação da Qualidade dos estudos incluídos na metanálise.....	57
Tabela 3 referente ao estudo 2: Características demográficas da amostra.....	65
Tabela 4 referente ao estudo 2: Índices da VFC.....	67
Tabela 5 referente ao estudo 3: Características demográficas da amostra..	81
Tabela 6 referente ao estudo 3: Comparação entre os testes TC6,SWTI e SWTE.....	82
Tabela 7 referente ao estudo 3: Comparação dos testes TC6, SWTI e SWTE entre os GMFCS.....	83
Tabela 8 referente ao estudo 3: Dados das variáveis do TC6-1 e TC6-2.....	84
Tabela 9 referente ao estudo 3: Dados das variáveis do SWTI-1 e SWTI-2...	85

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Arquivo Pessoal (Referente ao SWTI).....	25
Figura 2: Arquivo Pessoal (Referente ao TC6).....	26
Figura 3: Fluxograma do Estudo.....	33
Figura 4: Arquivo Pessoal (Referente a Bioimpedância)	36
Figura 5 referente ao estudo 1: Resultado da estratégia de pesquisa da Revisão Sistemática.....	48
Figura 6 referente ao estudo 1: Resultado da metanálise.....	58
Figura 7 referente ao estudo 3: Desenho experimental.....	74
Figura 8 referente ao estudo 3: Bland- Altman da diferença das distâncias no TC6.....	77
Figura 9 referente ao estudo 3: <i>Bland-Altman</i> das diferenças das distâncias no SWTI.....	78

LISTA DE ABREVIATURAS

BORG dispneia: Escala de esforço de Borg modificada para dispneia.

BORG MMII: Escala de esforço de Borg modificada para membros inferiores.

CVF: Capacidade Vital Forçada

DP: Distância Percorrida.

EEB: Escala de Equilíbrio de Berg.

FC: Frequência Cardíaca

FMS: *Functional Mobility Scale.*

FR: Frequência Respiratória

GMFCS: *Gross Motor Function Classification System.*

GMFM: *Gross Motor Function Measure.*

HF: High Frequency

IMC: Índice de Massa Corporal

LF: Low Frequency

MF: Mobilidade Funcional.

PEDI: *Pediatric Evaluation of Disability Inventory.*

Pemáx: Pressão Expiratória Máxima

Pimáx: Pressão Inspiratória Máxima

SpO₂: Saturação Periférica de Oxigênio

SWTE: *Shuttle Walk Test Endurance*

SWTI: *Shuttle Walk Test Incremental*

TC6: Teste de Caminhada de Seis minutos.

TC10m: Teste de caminhada de 10 metros.

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TUG: *Time up and go.*

VEF₁: Volume Expirado no Primeiro Segundo

VFC: Variabilidade da Frequência Cardíaca

VVM: Ventilação Voluntária Máxima.

ApEn: Approximate Entropy

SampEn: Sample Entropy

R1/R2: Relação de matrizes.

- **Contextualização**

1.1 Definição e Prevalência da Paralisia Cerebral (PC)

Paralisia cerebral (PC) refere-se às desordens do desenvolvimento motor, advindas da lesão cerebral primária, as quais são de caráter permanente e mutável, ocasionando alterações musculoesqueléticas secundárias e limitações nas atividades¹. Sabe-se que a principal alteração presente nas crianças com PC é o comprometimento motor, que ocasiona várias modificações decorrentes da encefalopatia, com consequentes alterações na biomecânica corporal. Além disso, a criança pode apresentar distúrbios intelectuais, sensitivos, visuais e auditivos que, somados às alterações motoras, restrições da tarefa e do ambiente, repercutirão de diferentes formas no seu desempenho funcional^{2,3,4,5,6,7,8}.

A prevalência da PC varia entre 1,5 e 2,5 por 1000 nascidos vivos, com pouca ou nenhuma diferença entre as nações ocidentais, apesar da falta de dados referentes aos países latino-americanos⁹. No Brasil, existem poucos dados específicos em relação ao número de casos de PC¹⁰, no entanto, o censo de 2000 registrou 24,5 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência, representando 14,5% da população brasileira, entre os quais 23% tinham deficiências motoras, incluindo indivíduos com PC¹¹.

1.2 Diferentes Escalas de Classificações para Crianças com PC

As crianças com PC são classificadas de acordo com a sua independência funcional nas funções motoras grossas por meio do *Gross Motor Function Classification System* (Sistema de Classificação da Função Motora Grossa-GMFCS)³. A criança é classificada de acordo com a idade (0-2, 2-4, 4-6, e 6-12 anos) em cinco níveis funcionais, que variam de I a V. O objetivo do sistema é classificar a função motora grossa com ênfase nos movimentos do “sentar” e “andar”^{12,13,10}. As crianças que têm problemas motores semelhantes aos classificados no nível I geralmente podem caminhar sem restrições, mas tendem a ser limitadas em algumas das habilidades

motoras mais avançadas. Crianças classificadas no nível V são geralmente muito limitadas na sua capacidade de mover-se mesmo com o uso de tecnologia assistida¹⁰.

Algumas das principais distinções entre os níveis I e II são: 1) limitações ao realizar transições de movimento ao andar em espaços externos e na comunidade; 2) a necessidade por aparelhos auxiliares de locomoção quando iniciam o andar; 3) baixa qualidade de movimento e 4) pouca capacidade de realizar habilidades motoras grossas assim como correr e pular³.

Há também algumas diferenças entre os níveis II e III, estas são observadas no grau de realização da locomoção funcional. As crianças do nível III necessitam de aparelhos auxiliares de locomoção e frequentemente de órteses para andar, enquanto as crianças do nível II não necessitam de aparelhos auxiliares de locomoção depois dos quatro anos de idade³.

O GMFCS é um instrumento extremamente importante para profissionais que trabalham com crianças com PC, uma vez que, permite o estabelecimento de metas terapêuticas adequadas de acordo com a idade do paciente e o nível da função motora^{13,10}.

Além de determinar o nível de função motora do paciente é importante utilizar instrumentos padronizados para avaliar a funcionalidade das crianças com PC, para que os efeitos dos recursos terapêuticos sejam de fato identificados.

Funcionalidade é um termo que engloba todas as funções do corpo, atividades e participação social. Segundo o modelo da Classificação Internacional da Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), funcionalidade torna-se um termo mais abrangente, incluindo interação dos aspectos positivos entre os três componentes da CIF, que são: estrutura e função, atividade e participação, considerando os fatores contextuais (ambientais e pessoais), como facilitadores ou barreiras para recuperação ou habilitação do indivíduo¹⁴. Muitos são os instrumentos utilizados nesta população para avaliar a funcionalidade¹⁵ e alguns possuem validade comprovada na literatura científica. Dentre os instrumentos disponíveis podem ser citados:

1) **Gross Motor Function Measure (GMFM – Mensuração da Função Motora Grossa)**: avalia de forma quantitativa a função motora grossa¹⁶.

2) **Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI - Inventário de Avaliação Pediátrica de Disfunções)**: avalia o desempenho funcional diário da criança por meio da aplicação de uma entrevista estruturada com o cuidador^{17,18,19}.

3) **Berg Balance Scale (EEB – Escala de Equilíbrio de Berg)**: escala que avalia de forma quantitativa o desempenho da criança no equilíbrio funcional com base em 14 itens comuns à vida diária. A pontuação máxima que pode ser alcançada é de 56 e cada item possui uma escala ordinal de cinco alternativas que variam de 0 a 4 pontos²⁰ e que teve sua utilização investigada em crianças com PC, apresentando excelente potencial de aplicação²¹.

Baseando-se na CIF²², Graham et al. (2004)²³, desenvolveram a **Functional Mobility Scale (FMS – Escala de Mobilidade Funcional)** para avaliação observacional da função locomotora em ambientes quotidianos de crianças com PC. Considerando a mobilidade funcional (MF) como o meio pelo qual um indivíduo se move no ambiente para obter uma interação diária com a família e a sociedade, a FMS classifica a MF em seis níveis diretamente proporcionais à gravidade do comprometimento.

A FMS determina o desempenho de caminhada da criança nas três distâncias específicas: 5 m, 50 m, e 500 m representativas a mobilidade da criança em casa, na escola e na comunidade, respectivamente. A mobilidade é classificada de acordo com a necessidade de dispositivos de assistência e é avaliada por questões colocadas ao filho ou pai e por observação direta. A FMS é confiável, válida e sensível com acordo substancial entre a observação direta e relatório parental²⁵. A seguir como são realizadas as perguntas à criança ou responsável²³:

1. Como o seu filho se desloca em distâncias curtas em casa? (5 m)
2. Como o seu filho se move dentro e entre as classes na escola? (50 m)

3. Como o seu filho se desloca por longas distâncias, tais como na comunidade? (500 m)

Classificações

6. Independente em todas as superfícies;

5. Independente sobre superfícies planas;

4. Uso de bengalas (um ou dois pontos);

3. Usa muletas;

2. Usa andador;

1. Usa cadeira de rodas;

C. Rastejar

N. Não se aplica, por exemplo, criança não completa a distância.

1.3 Capacidade Cardiorrespiratória

A mobilidade funcional, o desempenho da marcha e a capacidade aeróbia, atualmente são avaliados nas crianças com PC pelos seguintes testes, respectivamente: *Time up and go (TUG* – Levantar e caminhar cronometrado)²⁶, teste de caminhada com velocidade controlada de 10 metros (TC10m)²⁷ e teste de caminhada de 6 minutos (TC6)²⁸.

A aquisição da marcha é uma meta funcional importante na reabilitação das crianças com PC. Andar com ou sem assistência propicia para a criança melhor participação nas atividades cotidianas e um melhor desenvolvimento físico²⁹. A ativação muscular e a sustentação de peso durante a caminhada permitem um aumento da densidade mineral óssea³⁰ e pode diminuir o risco de subluxação ou luxação do quadril³¹. A caminhada pode também propiciar

aumento da resistência cardiorrespiratória e contribuir para a prevenção da obesidade³².

Noventa por cento das crianças com PC apresentam comprometimento da marcha devido à fraqueza muscular excessiva, alteração cinemática articular e diminuição das reações posturais³³. Como consequência, as crianças apresentam diminuição na capacidade de participar de jogos e atividades esportivas em intensidade suficiente para desenvolver adequado nível de condicionamento cardiorrespiratório^{34,35,36}.

A baixa resistência aeróbia pode ser atribuída à diminuição do recrutamento de unidades motoras durante a atividade dinâmica, à redução da capacidade oxidativa dos músculos paréticos e à diminuição global da resistência, com aumento do gasto energético durante a realização de atividades diárias e exercícios submáximos^{37,38,39}. A interação desses fatores pode levar a um ciclo contínuo de descondicionamento e diminuição da habilidade funcional^{40,41}, podendo resultar em comprometimentos sistêmicos secundários e reduzir a saúde e o bem-estar.

Adicionalmente, a potência aeróbia máxima, um importante componente da aptidão física, muitas vezes, é usado para avaliar o efeito do exercício físico. Ela também é usada para avaliar a capacidade cardiovascular, bem como o nível de aptidão de crianças e adolescentes com PC⁴². A potência aeróbia máxima é a maneira mais comum para avaliar o resultado e elaboração de exercício físico em crianças com PC⁴³.

A revisão sistemática de estudos longitudinais com crianças em desenvolvimento típico⁴⁴ concluiu que um maior nível de resistência cardiorrespiratória na infância está associado a um perfil cardiovascular saudável e com um menor risco de desenvolver doença cardiovascular mais tarde na vida. Adicionalmente há um aumento na resistência cardiorrespiratória, desde a infância até a idade adulta, o que pode vir a estar associada a uma mudança positiva no perfil de risco cardiovascular.

Crianças com PC podem apresentar uma chance ainda maior de desenvolver doença cardiovascular comparadas com crianças em

desenvolvimento típico, devido a sua resistência cardiovascular geralmente ser mais baixa^{45,46}. Além disso, Dallmeijer et al. (2011)⁴⁷, demonstraram que o déficit de resistência cardiorrespiratória também pode aumentar com a idade, ao menos em meninas com PC.

Este déficit pode também ser maior para as crianças com mobilidade mais graves⁴⁸, logo essas crianças podem estar em um risco ainda maior para a doença cardiovascular mais tarde na vida.

A capacidade cardiorrespiratória é uma componente chave para a reabilitação de crianças com PC. Assim, uma avaliação mais detalhada e segura da capacidade cardiorrespiratória se faz necessário para esta população.

1.4 Testes de Capacidade Funcional

Os testes para avaliar a capacidade aeróbia em crianças com PC que são clinicamente prático e fácil de usar e que produzem dados confiáveis e válidos estão ausentes. A maioria da literatura disponível centrou-se em avaliações de $\dot{V}O_2$ pico usando o cicloergômetro⁴⁹ ou ergômetro⁵⁰ de braço. A esteira envolve uma maior massa muscular do que o ciclo⁵¹, portanto, $\dot{V}O_2$ pico é normalmente 8 a 10 vezes superior durante a esteira do que durante o cicloergométrico⁵². A grande desvantagem do ciclo em crianças é que uma alta proporção de saída total de energia é gerada pelo músculo quadríceps da coxa e o esforço necessário para empurrar os pedais durante as fases posteriores de um teste progressivo é alto em relação à força muscular (capacidade de geração de força)⁵³. Crianças com PC têm uma musculatura do quadríceps femoral fraca⁵⁴. O máximo desempenho durante um ciclo, portanto, pode ser limitada por um fator periférico. Ainda assim, muitos pesquisadores relataram $\dot{V}O_2$ pico de crianças com PC, utilizando o cicloergômetro^{49,55-56}.

Para crianças que são capazes de andar de forma independente, a maneira mais funcional para avaliar sua potência aeróbia máxima seria um teste de exercício baseado em caminhar ou correr. Os protocolos de esteira

que atualmente são usados frequentemente na prática clínica (protocolo de Bruce e protocolo de Balke) não são apropriados para crianças com PC⁴². A maioria destas crianças tem problemas com coordenação de movimento e posição do pé equino, e neste protocolo o aumento da velocidade e inclinação de piso são problemáticos e difíceis. A pesquisa, no entanto, mostrou que é possível para crianças com PC realizar um teste de exercício máximo em uma esteira^{46,57}, embora não haja nenhum protocolo padronizado publicado para avaliação do $\dot{V}O_2$ pico para essas crianças.

Embora o "padrão ouro" de avaliação da tolerância ao exercício em crianças seja medida em laboratório usando uma esteira rolante, o equipamento necessário é caro e pode não ser prontamente acessível. Assim, consideráveis problemas logísticos devem ser superados antes que uma criança com PC possa ser avaliada em uma esteira rolante, e existe uma necessidade clínica para desenvolver e validar os testes de campo de tolerância ao exercício em crianças e adolescentes com PC.

No teste de caminhada de velocidade controlada⁵⁸ a criança caminha entre dois marcadores. Este teste tem medidas potencialmente úteis da tolerância ao exercício, porque não há necessidade de equipamento caro, podendo ser administrado em um ambiente clínico.

Para a maioria das crianças e adolescentes com PC, o teste de velocidade controlada de 20 m não é adequado, porque a partir da velocidade (8 km/h) e o aumento (0,5 km/h) cada minuto estão além das suas capacidades. Vários experimentos com o teste mostraram que a maioria das crianças e adolescentes com PC que eram capazes de caminhar de forma independente não foram capazes de completar o primeiro nível do teste ou chegou à exaustão antes de 5 minutos. Um exercício contínuo progressivo com duração de 8 a 17 minutos é o ideal para atingir uma demanda de oxigênio do miocárdio máxima para diagnóstico e prognóstico⁵⁹.

1.5 Teste de Caminhada com Velocidade Incremental e Endurance

O Teste de caminhada com velocidade incremental ou *Incremental Shuttle Walk Test (SWTI)* desenvolvido para pacientes com Doença Pulmonar

Obstrutiva Crônica (DPOC)⁵⁸, porém validado para crianças com Fibrose Cística⁶⁰, Asma⁶¹ e ainda não validado para crianças com PC, consiste em caminhar em percurso de 10 metros em velocidade progressiva, delimitados por dois cones, inseridos de 0 a 0,5 m cada extremidade para evitar a necessidade de mudanças abruptas na direção, a qual aumentará 0,17m/s a cada minuto por meio de sinal sonoro⁵⁸. Assim sendo, os avaliados são orientados, a cada minuto, a aumentar a velocidade de caminhada sob incentivo verbal dos avaliadores durante 12 estágios, afim de que os voluntários atinjam esforço máximo. O término do teste é determinado pela interrupção do próprio avaliado, por qualquer motivo, ou do avaliador quando o indivíduo não consegue mais manter a velocidade exigida para completar o percurso, que é considerado como estar a mais de 0,5 metros do cone mais próximo quando soar o sinal sonoro. São considerados também critérios de interrupção do teste a presença de dispnéia intensa, dores incômodas, tonturas, sudorese fria e câimbras. Caso os indivíduos conseguirem atingir o cone antes do disparo, são orientados a permanecerem no cone e esperarem pelo sinal⁵⁹.

Outro teste também realizado foi o shuttle walk test endurance (*SWTE*), na qual, o objetivo é avaliar a capacidade máxima por meio de um teste de campo de intensidade submáxima, reprodutível e com um curto período de tempo. É um teste não incremental, de velocidade e carga constante, que se baseia na utilização de uma carga constante sob o percentual previamente obtido durante a realização do *SWTI*, habitualmente com intensidade alcançada de 85% da velocidade atingida referente ao nível do *SWTI*.

A investigação da aplicabilidade e reprodutibilidade do *SWTI* conforme Singh et al. (1992)⁵⁸, como forma de avaliação da capacidade cardiorrespiratória em crianças com PC é desconhecida. Os estudos^{62,63} descrevem o teste de 10 metros de velocidade incremental para avaliar desempenho após intervenção, porém em condições diferentes propostas por Singh⁵⁸.

Willoughby et al. (2010)⁶³ avaliaram o desempenho de crianças no teste de caminhada de 10 metros (10MWT) e obtiveram alta confiabilidade no

segundo teste (reteste), assim como Verschuren et al. (2006)⁶⁴ obtiveram bons resultados quanto a reprodutibilidade do teste, porém com adaptações, para que as crianças com PC pudessem completar no mínimo oito minutos de teste e atingirem satisfatoriamente uma demanda de oxigênio ao miocárdio.

Diante da falta de estudos que validem o SWTI proposto por Singh, se torna relevante a realização do mesmo para consolidar a avaliação da capacidade funcional cardiorrespiratória em crianças com PC. A Figura 1 demonstra a realização do SWTI.



Figura 1. Arquivo Pessoal.

1.6 Teste de Caminhada de 6 minutos (TC6)

É uma medida confiável para avaliar a aptidão física e a mobilidade funcional^{65,66,67}. O teste quantifica em metros a mobilidade funcional por meio da distância percorrida pelo indivíduo em seis minutos.

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 com demarcações a cada metro, podendo variar o ritmo ou até mesmo fazer períodos de descanso. Frases padronizadas de incentivo verbal

são realizadas a cada minuto, de acordo com as diretrizes estabelecidas pela *American Thoracic Society*⁶⁵.



Figura 2. Arquivo Pessoal.

O TC6 avalia de forma global e integrada as respostas de todos os sistemas envolvidos durante o exercício, incluindo os sistemas cardiovasculares e pulmonares, circulação sistêmica e circulação periférica, unidades neuromusculares e metabolismo muscular⁶⁵.

Nsenga Leunkeu et al. (2012)⁶⁸ avaliaram 24 crianças ($14,2 \pm 2,0$ anos) com PC com GMFCS I e II afim de obter resultados quanto a reprodutibilidade e efeitos pós intervenção para com o TC6. O estudo demonstrou que o TC6 fornece uma boa medida substituta de VO_{2pico} em relação ao teste cicloergômetro em crianças com PC. Além disso, o mesmo se mostrou uma avaliação reprodutível e válida das respostas cardiorrespiratórias, capaz de demonstrar as adaptações cardiorrespiratórias que ocorrem ao longo de um curto período de treinamento de resistência moderada.

Eficiência na caminhada é um dos principais objetivos do tratamento em crianças com PC. Redução dos níveis de aptidão cardiovascular é típico nesta população, em que o custo energético mais elevado durante a caminhada está associado com níveis baixos de atividade física. Logo, o aumento da aptidão cardiovascular e resistência durante a caminhada é um resultado desejado, a qual poderia influenciar na função diária e contribuir para a redução da inatividade destas crianças⁶⁹.

1.7 Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)

As últimas décadas têm testemunhado o reconhecimento de uma relação significativa entre o sistema nervoso autônomo e mortalidade cardiovascular, incluindo morte súbita^{70,71,72}.

A relevância clínica da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) foi pela primeira vez apreciada em 1965 por Hon e Lee⁷³ na monitorização fetal. Em 1977, Wolf et al⁷⁴ foram os primeiros a demonstrar associação entre aumento do risco de mortalidade pós-infarto com redução da VFC⁷⁵.

Alterações nos sistemas autonômicos simpático e parassimpático são indicativos de disfunção autonômica e pode ser avaliada por meio da VFC. Está é definida como o intervalo de tempo entre sucessivos batimentos cardíacos normais que permite medir a variação total num intervalo de batimento da frequência cardíaca (FC). Vale ressaltar que é o intervalo entre batimentos consecutivos que está sendo analisada em vez da FC de fato. Pode servir como medida da atividade autonômica do nó sinoatrial⁷⁵, assim como no reflexo no sistema de controle cardiorrespiratório⁷⁶.

O método de avaliação da VFC é considerado uma medida não invasiva da modulação autonômica da FC a qual pode ser realizada em repouso ou durante as atividades. Além disso a VFC pode ser analisada em ambos os domínios de tempo e frequência, por meio da análise espectral^{77,78}.

Análise de espectro no domínio da frequência da VFC apresenta dois componentes principais: o componente de baixa frequência (LF) representa

simpático e influência parassimpática, com uma frequência variando de 0,04 a 0,15 Hz, e um componente de alta frequência (HF) de origem parassimpático, com frequência que varia de 0,15 a 0,4 Hz⁷⁹. O comportamento equilibrado entre o Simpático e Parassimpático (equilíbrio simpátovagal) pode ser definido como a razão LF / HF.

Para a análise da VFC no domínio do tempo, este ainda pode ser dividido em duas classes: (a) os derivados medidas direta dos intervalos NN ou instantâneos da frequência cardíaca, e (b) os derivados de diferenças entre os intervalos NN.

Para o cálculo do padrão de diferenças NN dentre as variáveis mais utilizadas inclui: RMSSD, a raiz quadrada das diferenças dos intervalos NN sucessivos, as quais inferem na estimativa de componentes de curto prazo da VFC⁷⁷.

A VFC é dependente da idade devido às alterações relacionadas com o parassimpático da FC e mediação do simpático, que ocorre ao longo dos processos de desenvolvimento, o que resulta em uma maior variação do comportamento do coração para a VFC em cada década de vida^{80,81}.

A literatura sobre o tema do sistema de regulação autonômica da FC entre crianças com PC ainda é escassa⁸². Assim sendo, nossa proposta foi avaliar as crianças com PC com GMFCS I, II e III durante o teste de caminhada com velocidade controlada incremental de 10 metros (*SWTI*) e teste de caminhada de seis minutos (*TC6*) para verificarmos o condicionamento cardiorrespiratório destas crianças.

Adicionalmente foi realizada a avaliação da modulação do sistema nervoso autonômico em repouso, durante o *TC6*, *SWTI* e *SWTE*.

1.8 Justificativa

Embora os resultados preliminares disponíveis na literatura sugiram que é uma abordagem promissora, poucos estudos mostram uma avaliação

intermetodológica destes testes de campo em diferentes GMFCS em crianças com PC. Assim como, análises mais complexas da VFC, e consequente verificação da correlação destes parâmetros com o grau de comprometimento motor desta população. Portanto, o desenvolvimento deste estudo pretende mostrar a importância dos testes de campo na avaliação cardiorrespiratória, assim como, possíveis alterações da VFC. Dessa forma poderemos consolidar as avaliações e elaborar protocolos mais eficazes que contribuam para a reabilitação destas crianças.

2 Objetivos

Geral

Investigar se os testes de caminhada de velocidade controlada incremental e endurance e caminhada de seis minutos são capazes de diferenciar a capacidade funcional em crianças com PC em diferentes GMFCS, além de avaliar a modulação do sistema nervoso autonômico.

Específicos

- Testar a reprodutibilidade do teste de caminhada de velocidade controlada incremental (*SWTI*) e TC6.
- Correlacionar valores de Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) e distância percorrida nos testes.
- Correlacionar a *FMS* com a distância percorrida nos testes: Caminhada de velocidade controlada incremental e Seis minutos.

3 Métodos

3.1 Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo transversal, observacional, comparativo e intermetodológico. O presente estudo foi encaminhado para o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Nove de Julho (São Paulo, Brasil), sob o protocolo de número 767.878 (ANEXO A). 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 (ANEXO B). Neste estudo foram aplicados os mesmos testes em todos os participantes.

3.2 Casuística

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.

3.2.1 Critérios de Inclusão

Diagnóstico de PC; idade entre 3 e 12 anos de vida; sem qualquer dificuldade de entendimento e visual que pudesse interferir na realização das tarefas; diagnóstico funcional entre os níveis I, II e III do GMFCS³; estar classificado entre os níveis 2 e 6 da *Functional Mobility Scale* (FMS- Escala de Mobilidade Funcional), andando no mínimo 50 metros⁴; deambulando funcionalmente e de forma independente há no mínimo 12 meses e o responsável concordar com a participação da criança no estudo por meio da assinatura do TCLE.

3.2.2 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 avaliações; crianças com deformidades ortopédicas estruturadas com indicações cirúrgicas.

3.3 Protocolo

3.3.1 Procedimentos de Avaliação

O processo de avaliação foi realizado em quatro dias não consecutivos, com período máximo de uma hora e 30 minutos por dia. A ordem das avaliações foi determinada por meio de sorteio (Figura 3).

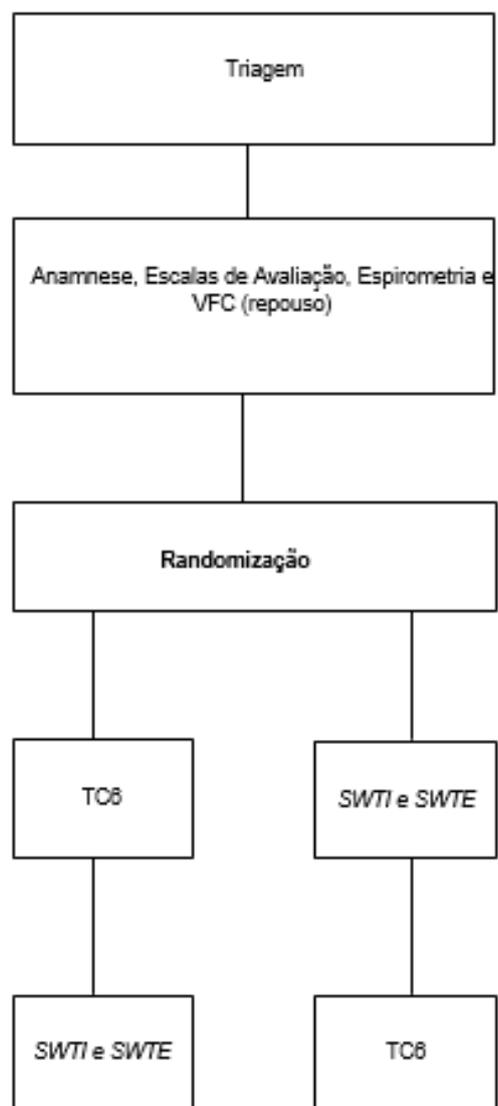


Figura 3. Desenho Experimental.

Inicialmente, a ficha de identificação foi preenchida e os dados antropométricos mensurados (massa corporal, estatura e IMC).

A seguir a descrição dos procedimentos da avaliação:

3.3.2 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 (IMC - Kg/m^2), idade de aquisição da marcha (anos e meses), recurso auxiliar de marcha (andador ou muleta) e órtese utilizada diariamente (ANEXO C).

3.3.3 Sistema de Classificação da Função Motora Grossa

As crianças foram classificadas com relação ao nível de função motora grossa pelo GMFCS. O sistema classifica a criança entre nível I e V, sendo que no estudo foram incluídos apenas participantes com nível I, II e III. O nível I refere-se ao paciente que anda sem limitações, o nível II ao paciente que anda com limitações e o nível III ao paciente que anda utilizando um dispositivo manual de mobilidade³.

3.3.4 Escala de Mobilidade Funcional

A FMS classifica em seis níveis a MF de crianças com PC de acordo com o tipo de equipamento utilizado incluindo a marcha independente. É uma ferramenta simples e de fácil aplicação. Os terapeutas perguntam aos pais ou responsáveis a forma como a criança se locomove em sua residência, escola e comunidade, respectivamente representadas pelas distâncias de 5 metros, 50 metros e 500 metros. Descrita em detalhes anteriormente.

3.3.5 Prova de Função Pulmonar

Avaliação Espirométrica (Koko) foi realizada com o objetivo de identificar a presença de alterações da função pulmonar. Foram determinados o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), a capacidade vital forçada (CVF), o pico de fluxo expiratório (PEF) e a relação VEF_1/CVF , de acordo com os critérios da American Thoracic Society⁶⁵. Os índices espirométricos estão apresentados em valores absolutos e como porcentagem dos valores de referência⁸³. Os voluntários completaram pelo menos três manobras expiratórias forçadas aceitáveis e reprodutíveis. Algumas crianças não obtiveram sucesso na realização da espirometria. Apresentaram dificuldades para realizar a inspiração profunda e também a expiração forçada por mais de 4 segundos. Detalhes das quantidades de crianças estão apresentados no item resultados do estudo 3.

3.3.6 Força Muscular Respiratória

A força muscular respiratória é obtida por meio da pressão inspiratória máxima (Pimáx) e da pressão expiratória máxima (Pemáx), que medem a força muscular inspiratória e expiratória respectivamente, segundo o método de Black & Hyatt⁸⁴. Com objetivo de conseguir essas medidas, utilizou-se um manovacuômetro escalonado em cmH_2O , com limite operacional de ± 300 cmH_2O , equipado com adaptador de bocais e contendo uma válvula de escape, por meio de um orifício de aproximadamente 2 mm de diâmetro, a fim de prevenir a elevação da pressão da cavidade oral gerada exclusivamente por contração muscular facial⁸⁴. A Pimáx foi obtida por meio de uma manobra de inspiração máxima, partindo de uma expiração máxima e a Pemáx foi obtida por meio de uma manobra de expiração máxima, partindo de uma inspiração máxima. Cada manobra foi mantida por um mínimo de dois a três segundos. A Pimáx e a Pemáx foram realizadas três vezes para cada criança, sendo que, para efeito de análise, computa-se o maior valor obtido.

3.3.7 Avaliação da Composição Corporal

A massa magra do corpo (MMC) foi avaliada pela impedância bioelétrica tetrapolar (BIA 101A /RJL systems, Detroit, MI-USA), sendo dois eletrodos fixados à região dorsal da mão direita e dois à região dorsal do pé direito do avaliado, posicionado em decúbito dorsal, com os braços ao longo do corpo e as pernas em discreta abdução.

Todos os dados foram registrados em uma ficha e, posteriormente, os pais e responsáveis foram orientados quanto aos procedimentos experimentais, incluindo as recomendações prévias a cada teste: fazer refeição leve nos dias dos testes, abster-se de cafeína e chocolate, evitem esforço moderado ou excessivo no dia anterior e, no dia do teste, realizar uma boa noite de sono e apresentar-se com roupas e calçados confortáveis que permitam boa mobilidade. Abaixo a Figura 4 demonstra a realização da bioimpedância.



Figura 4. Arquivo Pessoal

3.3.8 Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)

Repouso: A frequência cardíaca (FC) foi captada por meio de um cardiofrequencímetro (Polar s810i, Polar, Finlândia) com dados transmitidos online para um computador, durante período de 10 minutos de repouso. Os indivíduos foram orientados a permanecer deitados em decúbito dorsal durante 10 minutos, evitando qualquer atividade e sem dormir e permanecer mais 10 minutos em pé.

Exercício: Ao iniciar os testes (TC6, SWTI e SWTE) a FC foi coletada por meio do mesmo cardiofrequencímetro durante todo o teste, bem como na recuperação pós-exercício (10 minutos). A VFC foi avaliada durante todos os testes.

3.3.9 Teste de velocidade controlada incremental e endurance

Os indivíduos realizaram duas vezes cada teste em um mesmo dia, conforme objetivo proposto para a reprodutibilidade do teste, mantendo um intervalo mínimo de 30 minutos entre cada teste. A distância final foi registrada em metros. Antes e após a realização dos testes foi captada continuamente a frequência cardíaca (FC) e os intervalos R-R, e no início e ao final do teste aferida a pressão arterial (PA), frequência respiratória (FR) e sensação psicofisiológica de esforço por meio da escala de 10 pontos de Borg⁸⁵.

O *SWTI* foi realizado de acordo com as recomendações de Singh et al. (1992), conforme descrito anteriormente.

A criança foi submetida ao *SWTE* em um corredor com distância de 10 metros, demarcados a cada metro, com dois cones e velocidade constante pré-determinada por estímulos sonoros. A velocidade foi estabelecida baseada no *SWTI*, utilizou-se 85% da velocidade do último nível completado pela criança⁸⁶. A mesma foi orientada a caminhar a velocidade constante estipulada, o tempo máximo (15 minutos), e foi interrompida quando não alcançou o cone antes do sinal sonoro ou de acordo com sinais, sintomas e/ou queixas.

3.3.10 Teste de Caminhada de Seis Minutos

O teste foi realizado com o uso de órtese e se necessário de recurso auxiliar de marcha habitual. Foi realizado duas vezes também com a finalidade de responder à questão do estudo com o objetivo de reprodutibilidade do teste.

Antes e após a realização dos testes foi captada continuamente a frequência cardíaca (FC) e os intervalos RR, e no início e ao final do teste aferida a pressão arterial (PA), frequência respiratória (FR) e sensação

psicofisiológica de esforço por meio da escala de 10 pontos de Borg. No terceiro minuto do teste também foram coletadas a FC, a saturação de pulso de oxigênio (SpO₂) e Borg dispneia e fadiga membros inferiores.

Como critérios de interrupção imediata para o teste incluiu-se: (1) dor no peito, (2) dispneia intolerável, (3) câibras nas pernas, (4), sudorese e (5) palidez ou aparência pálida, conforme Guidelines da American Thoracic Society. Não observamos quaisquer destes sinais com as crianças e todos os testes realizados foram bem-sucedidos.

4 Análise Estatística

Os dados foram analisados pelo software estatístico *IBM SPSS* versão 20.0. Foi aplicado o teste Shaphiro-Wilk para verificar a distribuição das variáveis avaliadas. As medidas de tendência central e de dispersão a serem utilizadas foram: média e desvio padrão (paramétricas) ou mediana e intervalo de variação (não-paramétricas) para todas as variáveis avaliadas de acordo com a distribuição.

Para comparar os três testes (TC6, *SWTI* e *SWTE*), relação intra-testes e também intra-grupos (GMFCS I, II e III) realizou-se o teste Anova de medidas repetidas seguido da comparação múltipla (Post hoc) Bonferroni, respectivamente.

A fim de realizar a análise da VFC, a cerca de 5 minutos com dados RR estacionários e com segmentos livres de artefatos, foram identificados em cada registro (posição supina e ortostase) de cada participante do estudo. Assim, foi possível analisar a VFC por modelos matemáticos e estatísticos lineares, isto é, no domínio do tempo e da frequência e por modelos não lineares (Matlab).

No domínio do tempo, foram analisadas a média do ir-R (intervalo R-R) e RMSSD (raiz quadrada do quadrado das diferenças entre ir-R sucessivos ms).

No domínio da frequência, os componentes do espectro de potência foram analisados, usando-se a transformada rápida de *Fourier*, em componentes de baixa frequência (LF), representativo da atividade simpática, alta frequência (HF), representativo da atividade parassimpática e razão LF/HF, representativo do balanço simpático-vagal.

Índices no domínio do tempo (RMSSD), índices clássicos espectrais no domínio da frequência (baixa frequência e potência de alta frequência (LF, para frequências entre 0,04 e 0,15 Hz, e HF, para frequências entre 0,15 e 0,4 Hz, respectivamente; LF/HF; percentuais da LF, ou seja, LF%, e de HF, ou seja, HF%, do total de energia calculada como a soma de LF, HF e o poder abaixo de 0,04 Hz). Na análise não-linear, foram utilizadas as medidas de *Poincaré plot*, com SD1, a variabilidade instantânea de batimento a batimento da FC

representativo da atividade autonômica parassimpática e SD2, a variabilidade contínua de batimento a batimento da FC refletindo a VFC total e análises de flutuações depuradas de tendências (DFA), através dos índices DFA α 1 (correlação de curta duração das propriedades dos iR-R) e DFA α 2 (correlação de longa duração das propriedades dos ir-R) 60. Os dados foram filtrados com potência do tipo moderada e foram desconsiderados, em todas as análises, o primeiro minuto em repouso bem como os 180 segundos iniciais do exercício, para evitar desequilíbrio entre atividades simpática e vagal. Foram considerados para análise um trecho estável de 256 pontos. Foram calculados de forma a caracterizar a dinâmica da frequência cardíaca e de seu controle pelo sistema nervoso autônomo nas diferentes posturas e de acordo com os diferentes graus de gravidade.

Coeficiente de correlação de Person foi utilizado para avaliar a associação entre parâmetros de VFC (LF, HF, LF/HF) e nível de função motora pela classificação GMFCS. A significância estatística foi considerada como $p < 0,05$.

Para responder os objetivos secundários do estudo foram:

Primeiramente foi realizado o Test *t-Student pareado* para comparar a distância percorrida (m), FC (bpm), porcentagem da FC predita e Borg Dispnea e Fadiga de membros inferiores entre os dois testes de campo TC6 e *SWTI*. Secundariamente, o coeficiente de correlação intraclass de 95% Para intervalo de confiança, a fim de verificar a reprodutibilidade das variáveis entre o primeiro e segundo teste do *TC6* e *SWTI*. Finalmente, de acordo com o primeiro e segundo teste para TC6 e *SWTI* foi utilizado o método Bland-Altman.

Foi realizado o Teste Coeficiente de Correlação de Pearson para valores da VFC representados no domínio da frequência com as distâncias percorridas nos testes TC6 e *SWTI*, assim como, para a FMS. Segundo Callegari-Jacques⁸⁷ o coeficiente de correlação pode ser avaliado qualitativamente da seguinte forma: se $p < 0,30$ existe fraca correlação linear, $p < 0,60$ existe moderada correlação linear, $p < 0,90$ existe forte correlação linear, assumimos esta classificação e nível de significância adotado foi $p < 0,05$.

5 Resultados

Os resultados estão apresentados em formato de artigos conforme descrição:

Estudo 1: Testes de capacidade funcional em paralisia cerebral - revisão sistemática com meta-análise. (Desenvolvido durante a BEPE -Bolsa Estágio Pesquisa no Exterior na Universidade de Miami).

Estudo 2: Gravidade motora da paralisia cerebral não interfere na disautonomia.

Estudo 3: Reprodutibilidade dos testes de capacidade funcional: TC6 e *SWTI* em crianças com paralisia cerebral.

Estudo 1

TESTES DE CAPACIDADE FUNCIONAL EM PARALISIA CEREBRAL - REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE

INTRODUÇÃO

Os testes para avaliar a capacidade aeróbia em crianças com Paralisia Cerebral (PC) que são clinicamente práticos e fáceis de usar e que produzem dados confiáveis e válidos estão escassos. A maioria da literatura disponível centrou-se em avaliações de VO_2 pico usando o cicloergômetro⁴⁹ ou ergômetro⁵⁰ de braço. A grande desvantagem do ciclo em crianças é que uma alta proporção de saída total de energia é gerada pelo músculo quadríceps da coxa e o esforço necessário para empurrar os pedais durante as fases posteriores de um teste progressivo é alto em relação à força muscular (capacidade de geração de força)⁵³. Crianças com PC têm uma musculatura do quadríceps femoral fraca⁵⁴. O máximo desempenho durante um ciclo, portanto, pode ser limitada por um fator periférico.

Embora o "padrão ouro" de avaliação da tolerância ao exercício em crianças possa ser medido em laboratório usando uma esteira rolante, o equipamento necessário é caro e pode não ser prontamente acessível. Existe uma necessidade clínica para desenvolver e validar os testes de campo de tolerância ao exercício em crianças e adolescentes com PC⁶⁸. Estes testes de campo são medidas úteis de condicionamento aeróbio que permite a identificação da aptidão aeróbia de indivíduos com PC podendo fornecer medidas de base e de resultados para a reabilitação dos mesmos⁸⁸.

A proposta do presente estudo foi investigar se os testes de caminhada de seis minutos (TC6) e Teste de Caminhada de 10 metros (TC10m) são realizados para avaliar a capacidade funcional em crianças e adolescentes com paralisia cerebral e conseqüentemente observar a importância clínica dos mesmos para esta população.

MÉTODOS

Fontes de dados e Pesquisas

A pesquisa bibliográfica foi realizada com indivíduos com paralisia cerebral, avaliados por meio dos testes de campo (TC6 e TC10m) para sua capacidade funcional. A pesquisa foi realizada até novembro de 2015 em cinco bases de dados: Pubmed, Pedro, Medline, Cochrane, CINAHL sob critérios de resultados em distância percorrida no TC6 e TC10m. Esta pesquisa realizou às combinações das seguintes palavras-chave: (teste de caminhada) e (paralisia cerebral); (teste de caminhada de seis minutos) e (paralisia cerebral); (paralisia cerebral) e (capacidade funcional) e (paralisia cerebral) e (caminhada).

Dois avaliadores independentes sintetizaram os dados em uma tabela padronizada, incluindo desenho do estudo, as características dos participantes, intervenção, intervenções de comparação (se houver), e todas as medidas de resultados.

Com os estudos incluídos focados nos testes de capacidade funcional, o desfecho primário de interesse foi a distância percorrida durante os testes (TC6 e TC10m) apresentados em unidades metros e/ou metros/segundos; enquanto que o resultado secundário de interesse foi a intervenção a qual abrangeu treinamento aeróbio e muscular que demonstrassem comparação antes e depois da intervenção. Posteriormente houve uma análise dos estudos que apresentavam resultados com os desfechos em objetivo e também que houvessem diferenciação por meio dos grupos experimental e controle, para uma meta-análise^{62,63,89,90,91,92,93}.

CRITÉRIOS PARA CONSIDERAR OS ESTUDOS NESTA REVISÃO

Tipos de estudos

Estudos publicados em Inglês sobre a prevalência de realização para os testes de campo TC6 e TC10m diante da avaliação da capacidade funcional.

Estudos com diferentes metodologias descritas e que apresentassem ao menos um dos desfechos determinantes neste estudo e com uma população específica (isto é, paralisia cerebral) foram preferencialmente procurados. Seguiu-se o conceito da Cochrane Review com um grupo de comparação submetidos a treinamento aeróbio ou treinamento de força, como definido pelo estudo. Todos os artigos identificados e sua qualidade metodológica foram avaliados de forma independente por dois revisores (NPS e LMMS) e um consenso alcançado pela consulta de um terceiro revisor (LC), se necessário. Pesquisas de artigos publicados foram realizadas até novembro de 2015. Os estudos foram excluídos, da sistemática avaliação, se: não possuísem a pesquisa baseada na população PC; que não estavam disponíveis em Inglês e que foram publicados antes de 10 anos dos dias atuais.

QUALIDADE DOS ESTUDOS

A qualidade metodológica dos estudos foi avaliada utilizando a Jadad Scale e Quality of Research Score Sheet como critério para determinar a qualidade dos aspectos metodológicos utilizados nos estudos.

Estudos publicados em Inglês sobre a prevalência de ocorrência para testes de campo (teste de caminhada de seis minutos (TC6) e Teste de caminhada de 10 metros (TC10m) para capacidade funcional. Estudos com diferentes metodologias descritas e que apresentassem ao menos um dos desfechos determinantes neste estudo e com uma população específica (isto é, paralisia cerebral) foram preferencialmente procurados. De acordo com o conceito Cochrane Review com um grupo de comparação submetidos a treinamento aeróbio ou de treinamento de força, como definido pelo estudo. Todos os artigos identificados e sua qualidade metodológica foram avaliados de forma independente por dois revisores (NPS e LMMS) e um consenso alcançado pela consulta de um terceiro revisor (LC), se necessário. Pesquisas de artigos publicados foram realizadas até fevereiro de 2015. Os estudos foram excluídos da sistemática avaliação se: não possuísem a pesquisa baseada na população PC; que não estavam disponíveis em Inglês e que foram publicados

antes de 10 anos dos dias atuais.

COLETA DE DADOS E ANÁLISE

Seleção dos Estudos

As referências identificadas pela estratégia de busca foram pesquisadas por título e resumo e, claramente, os estudos irrelevantes foram descartados. Para a seleção, os resumos tinham que identificar o desenho do estudo, uma população adequada e componentes relevantes da intervenção, como descrito acima. Os principais resultados foram extraídos: distância percorrida (em metros ou metros/segundo). Os relatórios de textos completos, de todos os ensaios potencialmente relevantes, foram obtidos e avaliados independentemente por dois autores da revisão (NPS) e (LMMS) com base nos critérios de elegibilidade definidos.

EXTRAÇÃO DE DADOS

Os dados dos artigos incluídos na revisão foram extraídos e organizados diretamente em um formulário de coleta de dados. Consistiu na principal fonte de informação, artigo original, e também, dados relevantes sobre os critérios de inclusão: desenho de estudo, resultados, *Motor Gross Classificação da Função System* (GMFCS), poder da amostra, dados demográficos e as intervenções em comparação dos grupos, com o tipo de exercício, frequência, duração, intensidade e modalidade. Para a metanálise, obteve-se as médias e desvios-padrão do desfecho principal, distância percorrida, pré e pós intervenção dos grupos de todos os artigos elegíveis.

RESULTADOS

Conforme apresentado no diagrama de fluxo (figura 1), 766 estudos foram detectados por meio da pesquisa sistemática, dentre os quais 655 foram excluídos por não se enquadrarem no objetivo do presente estudo, com relação à metodologia e que utilizassem os mesmos testes para avaliação da

capacidade funcional. Dentre os 105 estudos elegíveis, somente 39 apresentavam critérios compatíveis com a presente revisão sistemática. Podem ser observados na Tabela 1.

Após análise metodológica destes estudos na íntegra, foi possível realizar a metanálise de 5 estudos, dentre os quais realizaram os testes de campo (TC6) aplicado de acordo com recomendações American Thoracic Society (ATS) para os estudos^{89,90,92,59}. Todos apresentavam valores descritos em média e desvio-padrão dos testes realizados antes e após intervenção em dois grupos distintos. Os autores^{91,93} foram contatados a fim de incluir os resultados apresentados em média e desvio-padrão do desfecho principal, porém não foi obtido retorno, sendo assim, estes dois estudos não foram incluídos na metanálise (Figura 5).

Na tabela 2 pode ser conferido a pontuação da qualidade dos estudos.

Dentre os estudos elegíveis para a metanálise o estudo de Grecco et al. (2013)⁸⁹ encontrou resultados favoráveis após tratamento ambulatorial com um programa de treinamento em esteira, 2 vezes por semana durante 30 minutos, por sete semanas consecutivas. Participaram do estudo 36 crianças (6,8±2,6 anos) com PC classificadas I-III GMFCS. O desempenho foi avaliado por meio do TC6 antes e após a intervenção.

O estudo de Taylor et al. (2013)⁹⁰ com 24 participantes adolescentes (entre 14 e 22 anos de idade) com diagnóstico de PC, classificadas entre os níveis II e III da GMFCS. Foram submetidos a um treinamento de resistência progressiva por 12 semanas. Foram avaliados e reavaliados por meio do TC6, e não observaram melhora quanto a distância percorrida durante o teste após as 12 semanas de treino.

O estudo de Maanum et al. (2011)⁹² que realizou o TC6 como parâmetro de avaliação da eficácia da caminhada, avaliou 32 adultos com PC submetidos a toxina botulínica A comparados a um grupo controle (n=33). Os mesmos foram reavaliados após 8 semanas da aplicação da toxina botulínica A e observaram melhorias por meio da distância percorrida no TC6, porém não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Willoughby et al. (2010)⁶³ compararam o treinamento em esteira (n=12) e a caminhada (n=14) de crianças com PC, classificadas no GMFCS III e IV, ao longo de 9 semanas com 2 sessões por semana. Avaliaram e reavaliaram o desempenho das crianças, por meio do TC10m e, não encontraram resultados estatisticamente significativos para as distâncias percorridas entre ambos.

No estudo de Katz-Leurer et al. (2009)⁶² a proposta foi de um programa de orientação com exercícios para serem realizados em casa durante 5 dias da semana. Um grupo era composto por 5 crianças com Traumatismo crânioencefálico e outro, com 5 crianças com PC. Para avaliação do desempenho da caminhada, avaliado por meio do TC10m, o estudo não encontrou diferença estatisticamente significativa entre os grupos após o período de 6 semanas.

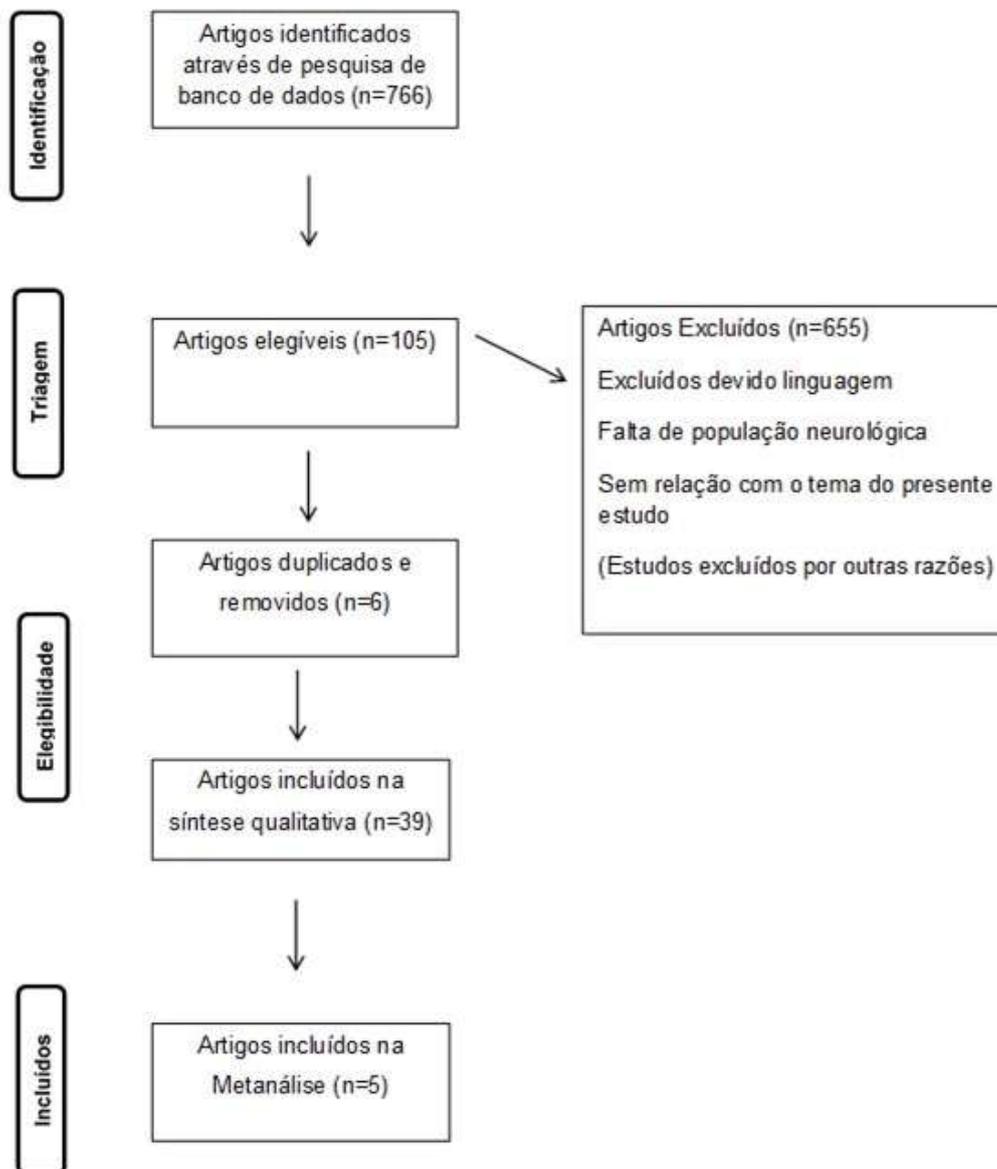


Figura 5. Resultado da estratégia de pesquisa da Revisão Sistemática.

Tabela 1. Características dos estudos incluídos – clínico, demográfico e descrição de teste.

Estudo	Design	Desfecho	GMFCS	N	Idade (anos)	Descrição dos testes
						Tipo Teste (Frequência/Modalidade/Intensidade)
Mitchell L et al, 2015	Transversal	TC6	I e II	102	11,3±2,4	Não aplicável
Chrysagis N et al, 2014	Transversal	TC1, TC10m, TC6, GMFM-88, TUG, TUDS	I e III	35	14,97±2,03	Não aplicável
Oeffinger D et al, 2014	Estudo transversal prospectivo multicêntrico	TC1, GMFM,TUG, Caminha rápida	I e III	748	12,8±2,7	Teste de medidas de atividades e participação, incluindo GMFM-66, 1 minuto em pé, <i>Timed Up and Go</i> e velocidade de caminhada foram usados como variáveis dependentes.
Sukal-Moulton T et al, 2014	Cohort clinic	TC6, TUG, GMFM-66, TC10, FMS	I e III	28	8,2±3,62	15 horas de tratamento, duas vezes por semana para sessões de 75 minutos. Primeiros 30 minutos de cada sessão centrou-se no tornozelo, alongamento e fortalecimento, e o tempo restante foi gasto em atividades de movimento

funcional.

Cheng KH et al, 2013	Transversal medidas repetidas	TC6, TUG		18	9,5±2,1	Oito semanas de intervenção seguido por 4 semanas do período de descanso. Função ambulatorial foi avaliada antes, depois, 1 dia depois e 3 dias após cada intervenção.
Grecco L et al, 2013	Ensaio clínico controlado randomizado.	TC6, TUG, GMFM-88, BERG	I e III	36	Experimental 6,8±2,6 Caminhada 6,0±1,5	O protocolo empregado no presente estudo foi de duas sessões de 30 minutos por semana ao longo de sete semanas consecutivas. Grupo experimental (17 crianças) submetido a treinamento de esteira sem apoio de peso parcial. Grupo controle (18 crianças) submetido ao treino de marcha em uma superfície fixa (chão). Treinamento foi realizado durante sete semanas consecutivas (duas sessões por semana), com quatro semanas subsequentes de acompanhamento.
Iosa M et al, 2013	Não informado	10MWT, GMFM-	I e II	40	CPG (5,1 ± 2,3)	Não aplicado.

		88	TDG (5,9 ± 2,6)			
Mattern-Baxter K et al, 2013	Ensaio clínico controlado quais-randomizado.	GMFM-66, TC10	I e II	12	intervention group 21,76±6,50 control group 25±6,07	Todas as crianças receberam duas sessões semanais de fisioterapia programada em suas casas. Além disso, as crianças do grupo de intervenção realizaram em uma esteira portátil em suas casas 6 vezes por semana, duas vezes por dia, sessões de 10 a 20 minutos, por 6 semanas. A intervenção foi realizada pelos pais das crianças, com supervisão semanal de um fisioterapeuta.
Slaman J et al, 2013	Transversal	DP; VO _{2pico}	I ou II	41	20,2±2,5	TC3 e CPET no cicloergometro.
Taylor N et al, 2013	Ensaio clínico controlado randomizado e cego.	DP,GMFM-66	II ou III	48	18,1±1,11	12 semanas de resistência progressiva, 10 a 12 repetições, 2 minutos de intervalo entre cada série.
Wilson NC et al, 2013	Análise retrospectiva	TC1 e TC6	I e III	143	10,6 ± 3,2	3-D análise da marcha; TC1 e TC6.
Chrysagis N et al, 2012	Ensaio clínico controlado randomizado.	GMFM, 10 minutos auto selecionado e caminhada rápida	I e III	22	16,09±1,51	Três vezes por semana durante 12 semanas para ambos os grupos.
DiBiasio P et al, 2012	Estudo de caso	TC3	IV	1	18	6 semanas de treinamento; O paciente realizou um teste de 3 minutos usando andador no corredor do hospital andando em uma única direção.

Ferland C et al, 2012 ^a	Não informado	TC6, TC10m	I ou II	49	10,6±2,83	Duas visitas entre 2 a 14 dias; em outras visitas: TC6, o TUDS e o TC10m.
Ferland C et al, 2012 ^b	Randomizados controlados	TC6, TC10m	I ou II	50	10,7±2,10	As avaliações em duas sessões; o TC6 foi realizado duas vezes com intervalo de 5 min entre os dois testes; para as medidas de força, cada grupo muscular foi avaliado pelo menos três vezes; Durante a segunda visita, o TUDS e o 10mSRT foram concluídos.
Iosa M et al, 2012	Não informado	TC10, GMFM-88	I e II	34	CPG (5,0±2,3) TDG (5,7±2,5)	Não aplicado
Leunkeu A et al, 2012	Avaliação e estudo de formação controlada	VO ₂ pico, ventilação pico, Fcpico, e distancia TC6.	I e II	24	14,2±2,0	8 semanas, 3 vezes por semana ,40min caminhando em velocidade moderada.
Maltais DB et al, 2012	Estudo Cohort	TC6, GMFM-D, GMFM-E, VO ₂ , FC, RER	I e II	15	28,9±5,01	Variáveis cardiorrespiratórias foram avaliadas em repouso e durante o TC6.
Balbaloglu O et al, 2011	Não informado	TC6	I e III	16		As crianças receberam a reabilitação 3 dias após a injeção de toxina botulínica, 5 sessões por semana durante 4 semanas. Cada sessão durava 60 a 90 minutos.
Bilde P et al, 2011	Estudo piloto	TC6	I ou II	9	6,13±10,3	Período de 20 semanas; treinado pelo menos 30 minutos por dia todos os dias durante todo o período.

Brien M et al, 2011	Único assunto, vários projeto de linha de base	TC6, TUG, GMFM	I	4	16±2,25	As avaliações foram registradas 3 a 6 vezes inicialmente, 5 vezes durante a intervenção e 4 vezes no acompanhamento.
Chong J et al, 2011	Estudo observacional	TC1, TC6	I e IV	60	11,2±3,1	Não aplicável
Maanum G et al, 2011	Um único centro duplo-cego, placebo-controlado, ensaio clínico randomizado	TUG, TC6	I e III	66	37±11,4	As injeções intramusculares foram administradas dentro de uma semana após a avaliação de pré-tratamento; desfechos foram feitos na semana 0 (linha de base), 8 e 16.
Verschuren O et al, 2011	Não informado	10MSWT	III	13	12±3	Não aplicável
Maanum G et al, 2010	Clínico Transversal	TC6	I e III	126	39±12	Não aplicável
Retarekar R et al, 2010	Único sujeito	GMFM-66, TC6	III	1	5	Realizou-se a intervenção de exercícios aeróbios aquáticos 3 vezes por semana durante 12 semanas em uma intensidade de 50 a 80% da frequência cardíaca.
Ruck J et al, 2010	Um piloto Randomized controlado	GMFM-88, TC10	II e IV	20	8,1 (7,3; 10,6) 8,3 (6,6; 9,6)	Teste de 6 meses; grupo experimental recebeu 9 minutos de vibração de todo o corpo alternando de lado por dia de escola, além de seu programa de fisioterapia da escola.

Willoughby K et al, 2010	Randomizado controlado	TC10	III ou IV	34	Grupo Experimental	O protocolo de treinamento para o atual estudo consistiu em 2 sessões de treino por semana, durante 9 semanas. Protocolo: (1) sistematicamente reduzir sustentação de peso do corpo, (2) progressivamente aumentar a velocidade da esteira e (3) enfatizar a postura ereta na posição vertical e facilitar os componentes cinemáticos normais do ciclo da marcha.
					10,35±3,14	
Katz-Leurer M, 2009	Randomizado controlado	TC10, TUG	I ou II	20	Grupo Controle	Cinco vezes por semana durante seis semanas. Três sessões de 1 minuto para cada exercício. O número de repetições durante as duas primeiras semanas foi definido 50% de desempenho máximo da criança, estimada durante a primeira sessão de medição e até 75% a partir da terceira semana.
					11,24±4,17	
Mattern-Baxter K, 2009	Não informado	GMFM, TC10, TC6	I e IV	6	EG (8,2±3,8) CG (9,2±2,7)	As sessões de treinamento foram agendadas 3 dias por semana durante 4 semanas, com 1 ou 2 dias de descanso após cada dia de treinamento. A intervenção durou 1 hora por dia.
					2,5±3,9	

Meyer-Heim A et al, 2009	Delineamento experimental de caso único A-B.	TC10, TC6, GMFM-66	II e IV	22	Média de idade 8,6 anos, 4,6–11,7	3 a 5 sessões por semana, 45-60 minutos durante um período de 3 a 5 semanas de treino de marcha com órtese.
Gan Sue-Mae et al, 2008	Observacional	Velocidade caminhada de 10m	I e IV	30	8,54±2,02	Não aplicável
Maher CA et al, 2008	Trnasversal	TC6	I e III	41	13,6±1,6	Única sessão. Eles realizaram o TC6 duas vezes com um descanso de 30 minutos.
Thompson P et al, 2008	Piloto longitudinal estudar com uma linha de base e reteste sessão	TC10 and TC6	I e III	30	9,5±3,7	Não aplicável
Kerr C et al, 2007	Ensaio clínico	TC1, consumo de O ₂	I e IV	84	11,68±3,46	Não aplicável
Meyer-Heim A et al, 2007	Ensaio clínico	TC6, TC10, GMFM-66	I e IV	26	10,1±4	Grupo de internação: dois a cinco sessões de treino de ortótese de marcha dirigida por semana; o grupo ambulatorial: três a quatro sessões de 25 a 45 minutos por semana.
Maltais DB et al, 2005	Observacional	PAL, FWS, VO _{2pico}	I e II	11	(10,6 –16,3)	O custo de oxigênio de andar foi medido durante três passeios 3-min em uma escada rolante em 60, 75 e 90 de FWS do cada assunto.

McDowell et al, 2005	Observacional	TC1, GMFM-88	I e IV	34	11,3±3,7	Não aplicável
Morton JF et al, 2005	Medidas repetidas	GMFM, TC10	III	8	8,5±não informado	Três vezes por semana em um peso de seis semanas, progressista, livre, programa de fortalecimento.

Legenda: VO₂pico= consumo de pico de oxigênio; GMFCS= Sistema de Classificação da Função Motora Grossa; DP= distância percorrida; FCp= Frequência cardíaca pico; TC6= Teste de caminhada de seis minutos; TC10 teste de caminhada de 10 metros; 10MFWT; teste de caminhada rápida de 10 metros; 10mSRT= 10-metros-Shuttle-Run-teste; CPET= Teste cardiopulmonar; TUDS= Subir e descer escadas cronometrado; GMFM= Mensuração da Função Motora Grossa - Dimensões ; FMS= Escala de mobilidade funcional; FWS= caminhada de velocidade rápida.

Tabela 2. Avaliação da Qualidade dos estudos incluídos na metanálise.

Estudo	QRSS/J	Desfechos	GMFCS (Nível)	N	Idade (anos)
Grecco et al,2013	14/5	6MWT,TUG,GMFM-88,BERG	I a III	36	6,0±1,5
Maanum et al,2011	14/5	TUG,6MWT	I a III	66	37±11,4
Taylor et al,2013	14/3	WD,GMFM-66	II ou III	48	18,1±1,11
Katz-Leurer et al,2009	9/3	GMFM,10MWT,6MWT	I a IV	6	2,5± 3,9
Willoughby et al,2010	14/5	10MWT	III ou IV	34	(5-12 ou 13-18) range

Legenda: QRSS= Quality of Research Score Sheet; J= Jadad Scoring; GMFCS= Gross Motor Function Classification System; GMFM= Gross Motor Function Measure; WD= walking distance; TUG= Time up and go; BERG= Balance Scale; 6MWT= Six-minute walk test; 10MWT= 10-metre walk test.

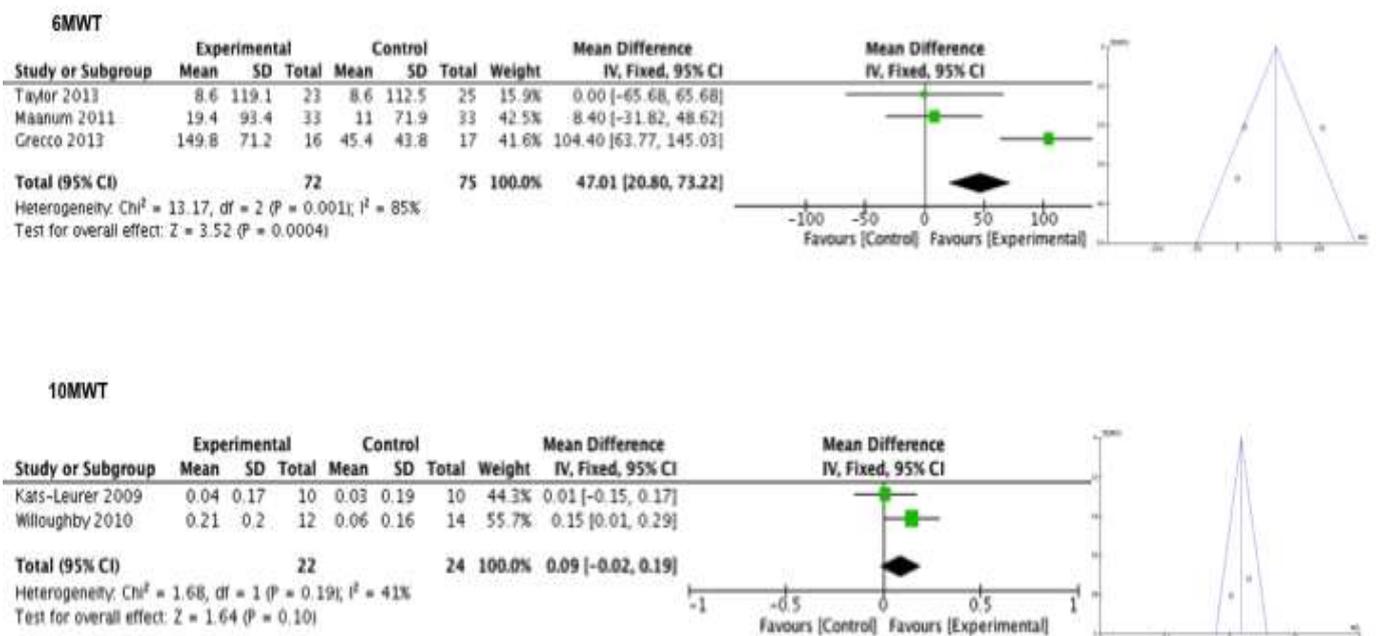


Figura 6. Análise da Metanálise

DISCUSSÃO

O objetivo principal desta revisão sistemática com metanálise foi investigar a aplicabilidade dos testes de campo (TC6 e TC10m) para avaliação da capacidade funcional de indivíduos com diagnóstico de PC em diferentes GMFCS. Além disso, comparar os resultados encontrados quanto a melhor resposta fisiológica ao teste e compreensão do mesmo pela população estudada.

Inicialmente selecionamos somente os estudos que tinham sido realizados com crianças, mas durante o desenvolvimento da pesquisa percebemos a dificuldade de homogeneizar a população, sendo acordado incluir todos os indivíduos de diferentes idades.

Diante da metanálise realizada, foi possível observar que somente o estudo de Grecco et al. (2013)⁸⁹ encontrou resultados favoráveis para um programa de tratamento ambulatorial com crianças com PC, avaliados por meio do TC6. Resultados estes mantidos após as intervenções.

O estudo de Chong et al. (2011)⁹⁴ realizou os testes de campo (TC1minuto e TC6) em crianças com PC classificadas quanto ao GMFCS I to III e correlacionaram com relatos dos pais quanto a capacidade de andar na comunidade. Foi evidenciado a validade e uso contínuo destes testes de caminhada no contexto clínico para esta população. Neste estudo também se relatou uma possível incompreensão das crianças quanto as instruções para os dois testes, assim como, a incapacidade das crianças de modificar voluntariamente sua velocidade de marcha. Vale ressaltar que não foi encontrado diferença estatisticamente significativa entre às distâncias percorridas nestes dois diferentes testes.

Pensar nas implicações na prática clínica e conseqüentemente, para a pesquisa, estes testes de campo, fáceis de aplicar e que reproduzem respostas cardiorrespiratórias após treinamento podem ser reproduzíveis e válidos para esta população, assim como observou o estudo de Nsenga Leunkeu et al. (2012)⁶⁸.

Os estudos Maanum et al. (2010)⁹⁵ e Taylor et al. (2013)⁹⁰, com propostas de tratamentos diferentes, também utilizam como forma de avaliação e reavaliação o TC6 para observarem melhores ou não respostas para os objetivos propostos.

Assim como o TC6, o TC10m também é utilizado nesta população, porém apresenta uma maior variedade para a sua aplicabilidade. O estudo de Verschuren et al (2006)⁶⁴ obteve bons resultados quanto a reprodutibilidade do TC10m, porém com adaptações. Justificou-se que as modificações foram necessárias para que as crianças com PC pudessem completar no mínimo 8 minutos de teste e atingirem satisfatoriamente uma demanda de oxigênio ao miocárdio.

Devido à escassez de estudos que demonstrem a confiabilidade e reprodutibilidade dos testes TC6 e TC10m na população com PC, Thompson et al. (2008)⁹⁶, realizaram um estudo com crianças em diferentes classificações quanto ao GMFCS e observaram que o TC6 é confiável e pode ser uma medida avaliativa da capacidade funcional.

O aumento da aptidão cardiovascular e resistência durante a caminhada é um resultado desejado na reabilitação desta população. Devido a redução dos níveis de aptidão cardiovascular que esta população apresenta, o aumento da resistência cardiovascular poderia influenciar na função diária e contribuir para a redução da inatividade⁶⁹.

Diferentes possibilidades de avaliações das condições cardiorrespiratórias podem ser realizadas nesta população. Um dos objetivos da pesquisa científica é propor novas maneiras que enriqueçam e aprimorem ferramentas de avaliação dentro do programa de reabilitação.

Nosso estudo mostrou que ferramentas simples e válidas podem vir a tornar-se prática da conduta profissional em prol dos indivíduos com PC.

Estudo 2

GRAVIDADE MOTORA DA PARALISIA CEREBRAL NÃO INTERFERE NA DISAUTONOMIA

INTRODUÇÃO

A prevalência da Paralisia Cerebral (PC) varia entre 1,5 e 2,5 por 1000 nascidos vivos, com pouca ou nenhuma diferença entre as nações ocidentais, apesar da falta de dados referentes aos países latino-americanos⁹. Crianças com o diagnóstico de PC sofrem diferentes tipos de limitações funcionais³ e exibem pouca tolerância para atividade física, em comparação com crianças saudáveis^{121,122}. A capacidade cardiorrespiratória pode também ser reduzida, como alterações da frequência cardíaca¹²³, se a lesão cerebral primária afeta o sistema de modulação autonômica cardíaca⁷⁸.

Uma medida conveniente, não-invasiva e de fácil acesso para investigar o sistema nervoso autônomo em repouso ou durante tarefas funcionais é a variabilidade da frequência cardíaca (VFC)⁷⁸. O papel da VFC para avaliar a modulação autonômica⁷⁵ e seu potencial no direcionamento de terapia foram previamente propostos na criança com PC. O estudo⁸¹ que avaliou 12 crianças com PC (9,08 ± 3,42 anos) e GMFCS I a IV, observou que não há diferença intergrupos estatisticamente significativa para as variáveis em pé. Porém encontrou uma forte correlação positiva ($r= 0,75$) entre LF, HF e LF / HF com o GMFCS.

Poucos estudos relatam irregularidades do sistema nervoso autonômico de crianças com PC relacionadas a diferentes níveis de GMFCS. O objetivo deste trabalho foi investigar se a gravidade motora, determinada de acordo com o Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS), de crianças com PC interfere na modulação autonômica das mesmas.

MÉTODOS

Estudo transversal aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Nove de Julho (CEP UNINOVE). As coletas aconteceram entre janeiro e julho de 2015. Todos os participantes foram informados e os pais assinaram o consentimento informado.

Participantes

As crianças foram recrutadas das clínicas de Fisioterapia da Universidade Nove de Julho (UNINOVE). Todas as crianças que tinham idade entre 3 e 12 anos e com diagnóstico de PC foram elegíveis. Crianças com dificuldades em compreender comandos simples e aqueles que tomam alguma medicação que pudesse interferir nas variáveis avaliadas, ou com um histórico de problemas cardiopulmonares, foram excluídos do estudo. As mesmas foram agrupadas de acordo com os níveis de GMFCS: I, II e III.

As crianças foram instruídas a evitar a cafeína nas vinte e quatro horas que antecederam o experimento, e não se moverem ou falar durante a coleta dos dados. Foram também instruídos a não dormirem durante as medições em posição supina. Os dados da frequência cardíaca e de intervalos RR foram coletados por um monitor de frequência cardíaca (Polar RS800CX, Polar, Finlândia) e transferidos para um computador para análise da VFC. A frequência cardíaca foi adquirida por dez minutos em decúbito dorsal, e por dez minutos na posição de pé.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada com o software IBM SPSS 20.0. A significância estatística foi definida com o valor $p < 0,05$.

A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk. As múltiplas comparações entre os grupos foram realizadas pelo ANOVA de medidas repetidas e teste com correção post-hoc de Bonferroni.

A correlação entre os diferentes níveis de GMFCS e os principais índices de VFC foi avaliada pelo cálculo do coeficiente de Pearson.

Análise estatística da VFC

A VFC identificada a cerca de 5 minutos estacionários e de segmentos livres de artefatos assim, como os dados de intervalo RR foram determinados em cada registro, posição supina e em pé, para cada participante no estudo. Foram considerados para análise um trecho estável de 256 pontos. Os dados foram filtrados com potência do tipo moderada e foram desconsiderados, em todas as análises, o primeiro minuto em repouso para evitar desequilíbrio entre atividades simpática e vagal.

Índices clássicos espectrais no domínio da frequência (baixa frequência (LF - 0,04 e 0,15 Hz) e potência de alta frequência (HF - 0,15 e 0,4 HZ) assim como, a razão LF/HF foram analisados por modelos matemáticos e estatísticos lineares, para que os componentes do espectro de potência utilizassem a transformada rápida de *Fourier*. No domínio do tempo, foram analisadas a raiz quadrada do quadrado das diferenças (RMSSD) entre RR sucessivos em m/s.

Os índices não-lineares, ApEn (Approximate Entropy); SampEn (Sample Entropy) e R1/R2 (relação de matrizes), foram utilizadas as medidas de *Poincaré plot* calculadas de forma a identificar às características dinâmicas da FC e de seu controle pelo sistema nervoso autônomo nas diferentes posturas de acordo com os diferentes graus de gravidade.

A análise estatística foi realizada com o software IBM SPSS 20.0. A significância estatística foi definida com o valor $p = 0,05$.

RESULTADOS

Quarenta crianças foram potencialmente elegíveis para o presente estudo, porém somente 30 aceitaram participar. Três crianças: dois com idades entre 5 anos e um com 12 anos e todos do sexo feminino (GMFCS I = 1, II= 1 e III=1) foram excluídos do estudo, após análise espectral, devido aos graves artefatos de movimento encontrados nos dados que impossibilitaram uma análise confiável. No total 27 crianças divididas em GMFCS I = 12 ($8,73 \pm 2,61$ anos), GMFCS II = 9 ($5,0 \pm 2,41$ anos) e GMFCS III = 6 ($8,33 \pm 2,42$ anos) completaram os procedimentos de avaliação e análise. Os dados demográficos da população são apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Características Demográficas da amostra.

Idade (anos)	7,47±2,92
Sexo (M/F)	19/11
Índice de massa corporal	17,54±3,86
Altura (cm)	124,13±17,70
Distribuição GMFCS (Level I; II and Level III)	13/10/7

Valores apresentados em média e desvio padrão ou números absolutos. GMFCS (Sistema de Classificação da Função Motora Grossa).

Nenhuma diferença estatística significativa foi encontrada entre os grupos nos principais índices espectrais e não-lineares de VFC, tanto na posição supina quanto em pé.

Os resultados da análise da VFC podem ser conferidos na Tabela 4.

Tabela 4. Índices da VFC nos domínios da frequência e do tempo e índices não lineares para as posições supina e ortostase. Valores apresentados em media e desvio padrão.

Supina	GMFCS I (n=12)	GMFCS II (n=9)	GMFCS III (n=6)
HR (bpm)	89,89±15,06	97,31±6,94	89,37±12,18
LF (%)	62,07±15,45	59,50±15,65	59,55±12,31
HF (%)	77,50±12,17	31,36±12,67	31,44±13,25
LF/HF	2,62±1,83	2,57±2,10	2,23±1,00
RMSSD (m/s)	836,11±472,95	630,85±248,49	860,68±325,40
ApEn	0,83±0,14	0,92±0,06	0,86±0,10
SampEn	1,80±0,42	1,94±0,19	2,05±0,18
R1/R2	0,55±0,19	0,69±0,38	0,57±0,29
Ortostase			
HR (bpm)	101,72±10,85	107,75±8,08	105,84±14,92
LF (%)	77,50±7,04	73,37±14,00	75,87±13,13
HF (%)	19,68±5,94	21,96±12,89	20,24±11,47
LF/HF	4,49±2,08	5,22±2,10	5,13±3,07
RMSSD (m/s)	393,77±176,53	483,88±245,15	502,72±335,02
ApEn	0,94±0,09	0,96±0,06	0,94±0,09
SampEn	1,53±0,32	1,55±0,36	1,45±0,46
R1/R2	0,44±0,18	0,47±0,18	0,36±0,17

Nota: GMFCS (Sistema de Classificação Motora Grossa); LF= Low frequency; HF= High frequency; LF/HF= relação Low frequency/high frequency; RMSSD= Root of the mean squared differences of successive NN intervals; ApEn= Approximate Entropy; SampEn= Sample Entropy; R1/R2= relação de matrizes.

Entre a mudança postural e a gravidade motora das crianças também não foi observado diferença estatisticamente significativa. Assim, como não houve correlação entre os parâmetros da VFC e os diferentes níveis do GMFCS. Para dados da FC entre os grupos $p > 0,05$.

DISCUSSÃO

O presente estudo consistiu em investigar se há diferença na modulação do sistema nervoso autônomo em crianças com PC para diferentes níveis do GMFCS. Não encontramos diferenças entre as gravidades motoras das crianças. Adicionalmente, observou-se médias elevadas da FC para os três níveis do GMFCS em repouso, mesmo não havendo diferença estatisticamente significativas entre eles.

Acreditamos que uma das limitações do presente estudo foi a não aceitação de 25% das crianças inicialmente recrutadas em participar. De fato, houve redução no tamanho da amostra, na qual acreditamos que poderia ser um quesito a interferir nos resultados das análises.

Análise da VFC é uma ferramenta importante para captar alterações sobre o funcionamento do controle autônomo em condições fisiológicas e na doença. Sua utilidade na PC foi demonstrada por alguns estudos previamente^{78,79,124,125,126}.

Desequilíbrio autônomo em crianças com PC tem sido relatada antes^{78,79}, sugerindo que a função autônoma eferente está comprometida devido a lesão cerebral primária sofrido por esses pacientes. Para o nosso conhecimento, porém, um único estudo anterior abordou as características da VFC em crianças com PC em função dos níveis de GMFCS da doença⁷⁸. Porém, nossa abordagem é sem precedentes em termos de complexidade e diversidade dos índices calculados, que incluem índices no domínio do tempo, domínio da frequência, bem como índices não-lineares que descrevem a complexidade e regularidade das séries temporais da frequência cardíaca. Nós não encontramos nenhuma diferença significativa para os parâmetros da VFC entre os diferentes níveis de GMFCS o que corrobora com os achados de Kholod e colaboradores (2013)⁷⁸ que analisaram dados de doze crianças com GMCS I-III e não encontraram nenhuma diferença no parâmetro RMSSD.

É possível que a disfunção autonômica em crianças com PC seja devido a lesão cerebral primária e também para o estilo de vida imposto pela lesão cerebral ou por uma combinação de ambos⁸². Baraldi e colaboradores (2011)⁸¹ encontraram uma correlação positiva entre o GMFCS e os índices espectrais LF, HF e LF/HF, mas esse importante estudo sugeriria um protocolo mais complexo, uma vez que agrupadas uma população heterogênea, com GMFCS de I a V e um número muito pequeno de crianças em cada grupo. Vindo assim, impossibilitar uma análise através de grupos, tal como nós propomos neste estudo.

Nosso trabalho inspirou-se nestes dois estudos^{81,78}, mas decidimos executar uma análise mais aprofundada, dadas as limitações bem conhecidas de técnicas lineares para a avaliação da VFC e controle autonômico da frequência cardíaca, seja no domínio do tempo ou frequência. A vantagem de índices não lineares assegura métodos matemáticos subjacentes ao seu cálculo para detectar características dinâmicas, que não são detectáveis por outros índices clássicos. Em particular, os métodos não-lineares são capazes de caracterizar a "complexidade" e "regularidade" (ou falta de) de uma série de tempo RR, que pode ter implicações patológicas significativas. O fato de não encontrarmos diferenças significativas, embora tenhamos usado uma grande variedade de métodos, nos levou a concluir que a alteração autonômica na PC não depende do grau de severidade.

Estudos prévios^{78,79,81,131} observaram que a FC destas crianças comparadas às crianças com desenvolvimento típico, é mais elevada, mesmo em repouso. Nosso estudo observou uma média alta da FC para ambas posturas nas crianças com PC, dados que corroboram com o estudo de Kholod et al. (2013)⁷⁸.

Estes resultados podem ter implicações clínicas importantes, especialmente, na concepção de protocolos para a reabilitação de crianças com PC. Mais estudos são necessários para que haja uma melhor elaboração de programas de reabilitação para estas crianças.

Estudo 3

REPRODUTIBILIDADE DOS TESTES DE CAPACIDADE FUNCIONAL: TC6 E SWTI EM CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL

Introdução

Embora o "padrão ouro" de avaliação da tolerância ao exercício em crianças pode ser medida em laboratório usando uma esteira rolante, o equipamento necessário é caro e pode não ser prontamente acessível. Sendo assim, existe uma necessidade clínica para desenvolver e validar os testes de campo de tolerância ao exercício em crianças e adolescentes com Paralisia Cerebral (PC)⁶⁸ classificadas em diferentes níveis do GMFCS.

Estes testes de campo são medidas úteis de condicionamento aeróbio que permite a identificação da aptidão aeróbia de indivíduos com PC podendo fornecer medidas de base e de resultados para a reabilitação dos mesmos⁸⁸.

O TC6 tem sido utilizado para avaliar a capacidade funcional em crianças com paralisia cerebral (PC) pré e pós-intervenção. No entanto, existem poucos estudos sobre sua reprodutibilidade^{68,96,130}. Além disso, o Shuttle Walk Test (SWT) segundo recomendações de Singh et al. (1992) para nosso conhecimento nunca foi descrito na PC. Estudos^{64,88,129} apresentaram modificações no teste, justificando melhor compreensão pelos participantes, habilidade para ser realizado e alcance de adequadas respostas fisiológicas ao miocárdio.

Outra ferramenta bastante para programas de reabilitação em crianças com PC é a FMS. Foi desenvolvida como uma medida de desempenho, que fornece uma avaliação observacional da função locomotora em ambientes cotidianos de crianças com PC. Considerando a mobilidade funcional (MF) como o meio pelo qual um indivíduo se move no ambiente para obter uma interação diária com a família e a sociedade, a FMS classifica a MF em seis níveis diretamente proporcionais à gravidade do comprometimento. As distâncias de 5 m, 50 m, e 500 m representam a mobilidade da criança em casa, na escola e na comunidade, respectivamente. A *FMS* é confiável, válida e sensível com acordo substancial entre a observação direta e relatório parental^{23,24,25}.

O presente estudo teve como objetivos investigar a reprodutibilidade do TC6 e *SWTI* em crianças com PC em diferentes níveis do GMFCS (Sistema de Classificação da Função Motora Grossa) de I a III e correlacionar a FMS com a distância percorrida em ambos os testes.

Método

Trata-se de um estudo transversal, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Nove de Julho (São Paulo- Brasil), sob o protocolo de número 767.878. Todos os responsáveis concordaram com a participação da criança, por meio da assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Foi permitido o afastamento a qualquer momento sem ônus algum. As crianças foram recrutadas a partir das clínicas de fisioterapia da Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brasil. No total, 30 crianças (7,47±2,92 anos) foram randomizadas para realizarem o TC6 e *SWTI* em dias diferentes. Houve um intervalo de 30 minutos entre os testes. O TC6 foi

realizado de acordo com as recomendações da American Tharacic Society e o *SWTI* de acordo com Singh et al (1992). Realizou-se também o *Shuttle Walk Test Endurance (SWTE)* em um único dia com o equivalente a 85% do nível atingido no *SWTI*. Utilizou-se a FC (% previsto) de acordo com o estudo de Verschuren et al. (2011)¹³³. A *FMS* foi avaliada antes da realização dos testes. As perguntas foram direcionadas às crianças e aos seus responsáveis.

Critérios de Inclusão

Diagnóstico de PC; idade entre 3 e 12 anos de vida; sem qualquer dificuldade de entendimento e visual que possa interferir na realização das tarefas; diagnóstico funcional entre os níveis I, II e III do GMFCS³; estar classificado entre os níveis 2 e 6 da *Functional Mobility Scale (FMS- Escala de Mobilidade Funcional)*, andando no mínimo 50 metros²³; deambular funcionalmente e de forma independente há no mínimo 12 meses e o responsável concordar 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 avaliações; crianças com deformidades ortopédicas estruturadas com indicações cirúrgicas.

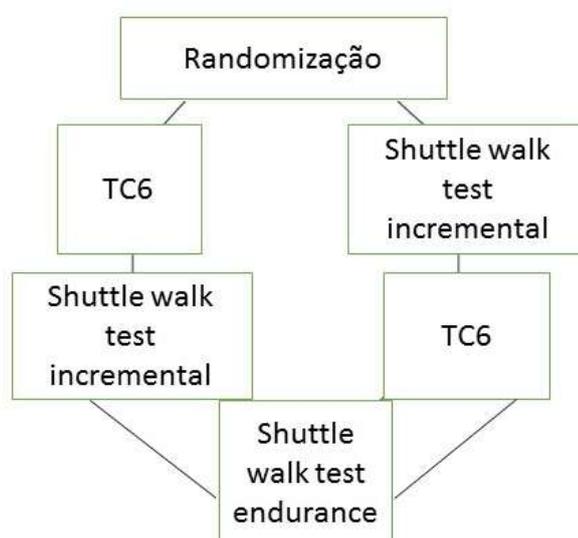


Figura 7. Desenho Experimental.

Análise Estatística

Os dados foram analisados pelo software estatístico *IBM SPSS* versão 20.0. Foi aplicado o teste Kolmogorov-Smirnov para verificar a distribuição das variáveis avaliadas. As medidas de tendência central e de dispersão a serem utilizadas foram: média e desvio padrão (paramétricas) ou mediana e intervalo de variação (não-paramétricas) para todas as variáveis avaliadas de acordo com a distribuição.

Primeiramente foi realizado o Test *t-Student pareado* para comparar a distância percorrida (m), FC (bpm), porcentagem da FC predita e Borg Dispneia e Fadiga de membros inferiores entre os dois testes de campo TC6 e *SWTI*. Secundariamente, o coeficiente de correlação intraclass e 95% CIs para verificar a reprodutibilidade das variáveis entre o primeiro e segundo teste do TC6 e do *SWTI* (Tabelas 7 e 8). Finalmente, de acordo com o primeiro e segundo teste para TC6 e *SWTI* foi utilizado o método Bland-Altman (Figura 8 e 9).

Resultados

Foram selecionados 40 pacientes com PC de acordo com os critérios de inclusão e exclusão do estudo. Aceitaram participar da pesquisa 30 crianças. Dentre elas: 25 completaram o TC6, sendo que 1 criança foi hospitalizada antes da finalização das avaliações; 1 somente realizou a primeira avaliação permanecendo ausente nas demais, mesmo após insistência ao contatar; 2

desistiram das avaliações antes do término e 1 perdemos o contato do responsável antes do término das avaliações. Para o *SWTI*, 28 crianças completaram o teste, a qual, 1 criança que foi hospitalizada e 1 desistiu. Para o *SWTE* 22 crianças completaram o teste. Dentre estas crianças, 1 foi hospitalizado, 2 desistiram, 1 permaneceu ausente, mesmo sob contato, 3 não foram permitidos realizar devido alcance do nível no *SWTI* e 1 que mudou de cidade. Os dados demográficos da amostra estão representados na tabela 5.

A média da distância percorrida (DP) para o TC6, *SWTI* e *SWTE* foi de $353,08 \pm 131,94\text{m}$; $212,11 \pm 108,48\text{m}$ e $537,27 \pm 287,93\text{m}$ respectivamente.

Para a reprodutibilidade do TC6, 6 crianças apresentaram melhor desempenho no primeiro teste, 5 crianças no segundo e 14 crianças tiveram o mesmo desempenho em ambos os TC6. Em ambos os testes a distância variou de 60 a 540 metros (Tabela 8). A distância percorrida no primeiro e segundo TC6 não foi estatisticamente significativa, $353,08 \pm 131,94\text{m}$ e $343,60 \pm 129,54\text{m}$, respectivamente, $p=0,63$) e apresentou uma forte correlação positiva ($r=0,97$; $p=0,0001$).

O TC6 demonstrou confiabilidade no teste-reteste para crianças com PC, GMFCS I, II e III (ICC= 0,98).

Para a reprodutibilidade do *SWTI*, 3 crianças tiveram melhor desempenho no primeiro teste, 6 crianças no segundo e 19 crianças tiveram o mesmo desempenho em ambos os *SWTI*s. Em ambos os testes a distância variou de 10 a 420 metros. A distância percorrida no primeiro e segundo *SWTI* não foi estatisticamente significativa, $196,93 \pm 114,39\text{m}$ e $193,59 \pm 10,62\text{m}$,

respectivamente; $p=0.39$) e houve uma forte correlação positiva ($r=0,97$; $p=0,0001$).

Os valores das variáveis estão representados na tabela 9. O SWTI demonstrou confiabilidade teste-reteste para crianças com PC (ICC= 0,98).

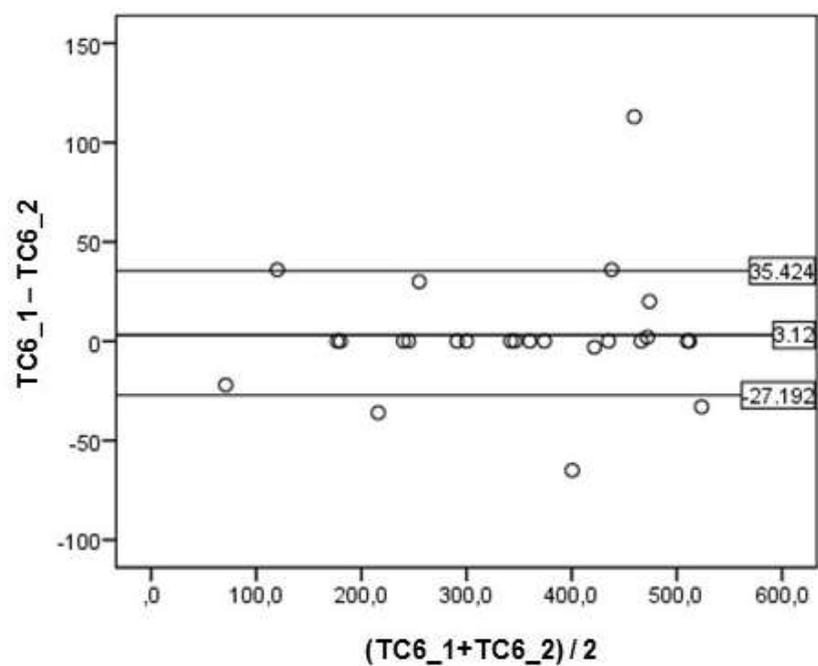


Figura 7. Band-Altman das diferenças das distâncias no TC6.

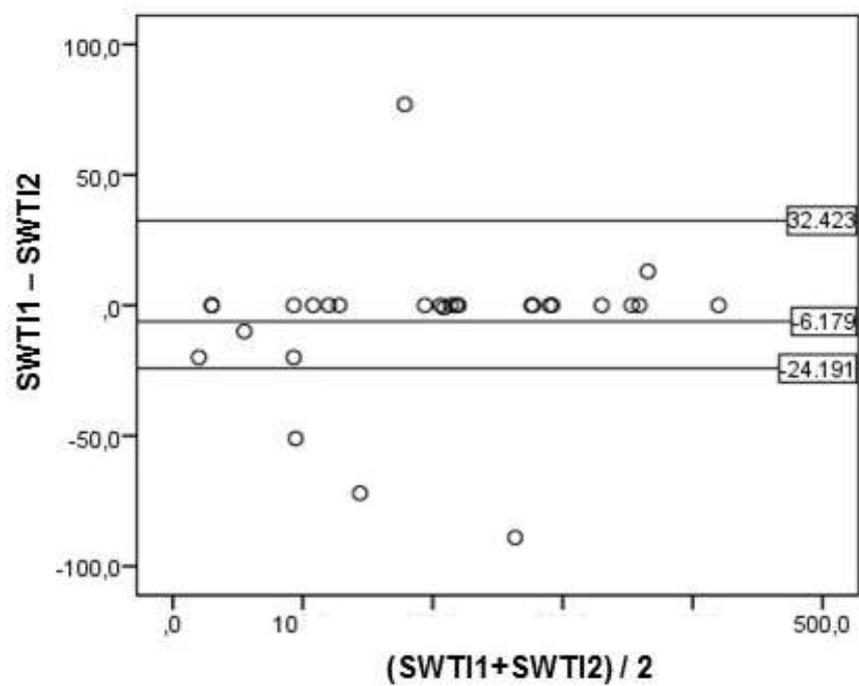


Figura 8. Bland- Altman da diferença das distâncias no SWTI.

Discussão

Os principais achados deste estudo foram que ambos os testes, TC6 e *SWTI*, mostraram-se reprodutíveis quando realizados no mesmo dia para quantificar a capacidade funcional de crianças com PC com níveis de I a III do GMFCS.

Acreditamos que este estudo seja o primeiro a mostrar valores de reprodutibilidade para o *SWTI* em crianças com PC com GMFCS I, II e III. Com mais esta confiável ferramenta de avaliação da capacidade funcional, é possível consolidar protocolos de reabilitação para esta população.

O *SWTI* foi desenvolvido para avaliar a capacidade de exercício em pacientes adultos com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC)⁵⁸. Desde então, vem sendo utilizado na prática clínica para avaliar populações de idades variadas com diferentes doenças cardiorrespiratórias pré e ou pós intervenção^{132,60,61}.

Encontramos na literatura variações do teste de caminhada de 10 metros (10MWT), a exemplo do estudo de Verschuren et al. (2006)⁶⁴, que justificou as adaptações para que as crianças conseguissem realizar no mínimo 8 minutos de teste e assim, ser possível atingir satisfatoriamente uma demanda de oxigênio ao miocárdio.

Neste estudo pudemos observar que as crianças classificadas no GMFCS III caminharam menores distâncias, para os três testes avaliados, e apresentaram maior frequência cardíaca prevista (FC%) no *SWTI*. Mesmo não encontrando uma diferença estatisticamente significativa para esta variável,

infere-se que houve um estresse cardiovascular, devido menor distância percorrida com maior esforço cardíaco.

Embora ainda não existam equações para prever o pico de consumo de oxigênio a partir deste teste de campo para crianças com PC, um aumento no número de níveis completados pode indicar um aumento da aptidão cardiorrespiratória¹²⁷.

Outros estudos^{64,116,119,129} apresentaram validade e reprodutibilidade do teste de caminhada de 10 metros para participantes de diferentes idades com paralisia cerebral, porém com propostas diferentes do *SWTI*.

Para o TC6 nossos resultados corroboram com o estudo de Thompson et al. (2008)⁹⁶ que avaliou 31 crianças com PC, GMFCS I (n=9), II (n=8) e III (n=14) e observou ICC de 0,98, porém os testes não foram realizados no mesmo dia e as crianças dos níveis I e II foram avaliadas no mesmo grupo.

O estudo de Nsenga Leunkeu et al. (2012)⁶⁸ concluíram que o TC6 é válido e reprodutível em crianças e adolescentes com PC com média de idade $14,2 \pm 1,8$ anos, GMFCS I e II avaliados pós intervenção, porém o grupo era relativamente pequeno (n=12).

Quanto a diferença entre o primeiro e segundo TC6, Maher et al. (2008)¹³⁰ também não observou diferença estatisticamente significativa. Porém sua população tinha entre 11 e 17 anos de idade e o teste foi realizado em um corredor de 10 metros com marcações a cada 2 metros. Uma proposta diferente do presente estudo que seguiu as recomendações da American Thoracic Society⁶³.

Concluimos que os testes de campo, TC6 e *SWTI*, refletem a capacidade funcional de crianças com PC.

Mais estudos são necessários para que possamos identificar qual o melhor teste e assim, consolidar uma ferramenta considerada de fácil aplicabilidade e reprodutível, para avaliar a capacidade funcional cardiorrespiratória desta população.

Tabela 5. Características demográficas da amostra.

Variáveis	n= 30 (19 meninos)
Idade (anos)	7,47 ± 2,92
IMC (kg/m²)	17,54 ± 3,86
CVL (L)^a	1,34 ± 0,56
CVL (% predito)	74,12 ± 17,06
VEF₁ (L)^b	1,28 ± 0,61
VEF₁ (% predito)	68,16 ± 28,42
VVM (L/min)^c	65,64 ± 30,12

Nota: Valores apresentados em média e desvio padrão. IMC (Índice de massa corporal), CVL (Capacidade Vital Lenta), VEF₁ (Volume Expiratório no primeiro segundo), VVM (Ventilação Voluntária Máxima). ^a16 pacientes realizaram CVL; ^b17 pacientes realizaram VEF₁; ^c14 pacientes realizaram VVM.

Tabela 6. Comparação entre os testes TC6, *SWTI* e *SWTE*.

Variáveis	TC6 (n=25)	SWTI (n=27)	SWTE (n=22)
Distância (m)	353,08±131,94 (299-407)	212,11±108,48 (169-255)	537,27±287,93 (410-665)
Fcmáx (bpm)	136,68±19,35 (129-145)	148,63±16,57 (142-155)	127,27±25,55 (116-139)
FC (% previsto)	70,40±9,97 (66-74)	76,50±8,58 (73-80)	68,51±13,64 (62-74)
BorgDisp			
(pontos)	0,70±2,05 (-0,14-1,54)	0,93±1,29 (0,41-1,44)	0,36±1,09 (-0,12-0,85)
Borgmmii			
(pontos)	0,56±1,13 (0,09-1,03)	1,38±1,72 (0,70 - 2,07)	0,61±1,13 (1,11-1,11)

Nota: Valores apresentados em Média e desvio padrão e IC 95% inferior e superior.

TC6 (Teste de caminhada de seis minutos), *SWTI* (*Shuttle Walk Test Incremental*) e *SWTE* (*Shuttle Walk Test Endurance*); FCmáx., Frequência cardíaca máxima; FC%, Frequência cardíaca prevista¹³³; Borgdisp e Borg mmii, Escala de Borg Modificada dispneia e membros inferiores.

Tabela 7. Comparação dos testes TC6, SWTI e SWTE entre os GMFCS.

TC6 (n=25)	GMFCS I	GMFCS II	GMFCS III
Distância (m)	445,27 ± 79,02 ^{ab}	334,88 ± 108,33 ^a	208,33 ± 101,32 ^{ab}
Fcmáx (bpm)	141,45 ± 14,67	134,13 ± 18,95	131,33 ± 27,74
FC % (previsto)	72,89 ± 7,56	69,07 ± 9,77	67,63 ± 14,28
BorgDisp	0,36 ± 0,92	1,37 ± 3,50	0,41 ± 0,49
Borgmmii	0,13 ± 0,32	0,75 ± 1,36	1,08 ± 1,62
SWTI (n=27)			
Distância (m)	275,00 ± 76,71 ^{ab}	213,25 ± 120,89 ^{ac}	124,50 ± 75,52 ^{abc}
Fcmáx (bpm)	149,36 ± 16,39	143,50 ± 16,27	152,75 ± 17,94
FC % (previsto)	76,91 ± 8,41	73,91 ± 8,38	78,54 ± 9,48
BorgDisp	0,55 ± 0,82	1,13 ± 1,55	1,25 ± 1,58
Borgmmii	1,27 ± 1,55	1,62 ± 2,06	1,31 ± 1,79
SWTE (n=22)			
Distância (m)	680,91 ± 241,10 ^a	466,67 ± 330,91	277,50 ± 154,56 ^a
Fcmáx (bpm)	132,27 ± 18,77	108,67 ± 35,48	141,75 ± 15,34
FC % (previsto)	71,37 ± 9,96	58,30 ± 18,89	75,99 ± 8,07
BorgDisp	0	1,33±1,86	0
Borgmmii	0	2,00 ± 1,41	0,37 ± 0,47

Nota: Valores apresentados em média e desvio padrão e números absolutos.

^ap<0,05 para GMFCS I a III

^bBonferroni p<0,05 entre GMFCS I e III.

^cBonferroni p<0,05 entre GMFCS II e III.

Tabela 8. Dados das variáveis do TC6-1 e TC6-2.

Variáveis	TC6-1	TC6-2	p	ICC (95% CI)	Melhor TC6
Distância (m)	353,08±131,94	343,60±129,54	0,63	0,98 (0,96 a 0,99)	346,72±132,48
FCmáx (bpm)	137,72±19,61	137,12±19,83	0,55	0,90 (0,77 a 0,95)	136,68±19,35
FC % previsto	60,68±12,59	60,80±11,42	1,00	0,90 (0,77 a 0,95)	70,40±9,97
Borg dispneia (pontos) ^e	0,64±2,05	0,72±2,13	0,76	0,92 (0,84 a 0,96)	0,70±2,05
Borg mmii (pontos) ^e	0,50±1,18	0,50±1,18	1,00	0,30 (-0,60 a 0,69)	0,56±1,13

Nota: Valores expressos em média e desvio padrão, (95% CI, intervalo de confiança); valores de p são apresentados para comparação entre o TC6-1 e TC6-2. Abreviações: bpm, batimentos por minuto; ICC, Coeficiente de Correlação Intraclasse; TC6-1, primeiro teste; TC6-2, segundo teste.

^evalores representados em mediana e intervalo interquartilico.

Tabela 9. Dados das variáveis do SWTI-1 e SWTI-2.

Variáveis SWTI	SWTI-1	SWTI-2	p	ICC (95% CI)	Melhor
Distância (m)	196,93±114,39	193,59±106,62	0,39	0,98 (0,96 a 0,99)	
212,11±108,48					
FCmáx (bpm)	148,18±17,72	146,07±17,90	0,59	0,72 (0,41 a 0,87)	
148,63±16,57					
FC % previsto	45,82±17,72	47,93±17,90	0,58	0,72 (0,41 a 0,87)	76,50±8,58
Borg dispneia	0,82±1,21	0,93±1,35	0,59	0,94 (0,88 a 0,97)	0,93±1,29
(pontos) ^d					
Borg mmii	1,38±1,69	1,13±1,59	0,21	0,97 (0,94 a 0,98)	1,38±1,72
(pontos) ^d					

Nota: Valores expressos em média (95% CI). P Valores são apresentados para comparação entre SWTI-1 e SWTI-2. Abreviações: bpm= batimento por minuto; ICC= Coeficiente de Correlação Intraclasse; SWTI-1, primeiro teste; SWTI-2, segundo teste.

^d valores respresentados em mediana e intervalo interquartilico.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo do trabalho foi alcançado. Pudemos observar e constatar que os testes de campo (TC6 e *SWTl*) são reprodutíveis para avaliar a capacidade funcional cardiorrespiratória de crianças com Paralisia Cerebral com níveis de GMFCS de I a III.

Acreditamos que com este trabalho é possível realizar uma melhor e mais elaborada avaliação da capacidade funcional cardiorrespiratória desta população e assim, comparar resultados de diferentes propostas de tratamentos no programa de reabilitação das mesmas. Adicionalmente a FMS possui uma forte correlação positiva com o GMFCS, contribuindo para a avaliação da mobilidade destas crianças.

Além disso, outro achado importante que observamos é que o grau de severidade motora destas crianças não interfere na modulação autonômica.

Desta maneira podemos propor uma avaliação da capacidade funcional cardiorrespiratória e modulação autonômica dentro de um programa de reabilitação, mais direcionada para essa população.

Limitações do estudo

Consideramos como limitações do estudo:

- O número da amostra que foi relativamente pequeno, devido desistência e não possibilidade de participação de 25% das crianças ao longo de todo o processo;
- Não houve a coleta de gases durante os testes de campo, que poderia otimizar a exploração dos dados.

7 Referências Bibliográficas

1. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D. et al. Areport: The definition and classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol Suppl.* 2007; v.109:8-14.
2. Dzienkowki RC, Smith KK, Dillow KA, Yucha CB. Cerebral palsy: a comprehensive review. *Nurse Pract.* 1996; 21(2):45-8.
3. 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.
4. Manoel EJ, Oliveira JA. Motor developmental status and task constraint in overarm throwing. *Journal of Human Movement Studies.* 2000; 39:359-78.
5. Knox V, Evans AI. Evaluation of the functional effects of a course of bobath therapy in children with cerebral palsy: a preliminary study. *Dev. Med. Child. Neurol.* 2002; 44(7):447-60.
6. Awaad Y, Tayen H, Munoz S, Ham S, Michon AM, Awaad R. Functional assessment following intrathecal baclofen therapy in children with spastic cerebral palsy. *J. Child. Neurol.* 2003; 18(1):26-34.
7. Schwartzman JS. Paralisia cerebral. *Arquivos Brasileiros de Paralisia Cerebral.* 2004; 1(1):4-17.
8. 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. *Rer. Bras. Fisiot.* 2009; 13(5):390-7.
9. Paneth N, Hong TK. The descriptive epidemiology of cerebral palsy. *Clin Perinatol.* 2006; 33:251–67.

10. Hiratuka E, Matsukura TS, Pfeifer LI. Cross-cultural adaptation of the Gross Motor Function Classification System into Brazilian-Portuguese (GMFCS). *Rev. Bras. Fisioter.* 2010; 14(6):537-44.
11. Ministério da saúde, Brasil. Política nacional da pessoa portadora de deficiência. Brasília. 2009.
12. Morris C, Barlett D. Gross Motor Function Classification System: impact and utility. *Dev. Med. Child. Neurol.* 2004; 46(1):60-5.
13. 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.
14. Organização mundial de saúde, Organização Panamericana da saúde. Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; 2003.
15. Spoditto MMM, Riberto M. Avaliação da funcionalidade de crianças com paralisia cerebral espástica. *Acta Fisiatr.* 2010; 17(2): 50-61.
16. Russel 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.* v. 80, n. 9 p. 873-85, 2009.
17. Feldman AB, Haley SM, Corvell J. Concurrent and construct validity of the Pediatric Evaluation of Disability Inventory. *Phys. Ther.* 1990; 70(10): 602-10.
18. Haley SM, Coster J, Faas RM. A content validity study of the Pediatric Evaluation of Disability Inventory. *Pediatr. Phys. Ther.* 1991; 3: 177-84.
19. Haley SM, Coster WJ, Ludlow LH, Haltiwanger JT, Andrelow PJ. Inventário de avaliação pediátrica de disfunção: versão brasileira. Tradução e adaptação cultural MC Mancini. Belo Horizonte: Laboratório de Atividade e Desenvolvimento Infantil, Departamento de Terapia Ocupacional, UFMG; 2000.

20. Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI, Gayton D. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiother. Can.* 1989; 41: 304–
21. 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.
22. World Health Organization. International classification of functioning, disability and health. Geneva: World Health Organization; 2001.
23. Graham HK, Harvey A, Rodda J, Nattrass GR, Pirpiris M. The Functional Mobility Scale (FMS). *J Pediatr Orthop.* 2004;24(5):514–20.
24. Rodby-Bousquet E, Hägglund G. Better walking performance in older children with cerebral palsy. *Clin Orthop Relat Res.* 2012; 470(5):1286–93.
25. Harvey A, Baker R, Morris ME, Hough J, Hughes M, Graham HK. Does parent report measure performance? A study of the construct validity of the Functional Mobility Scale. *Dev Med Child Neurol.* 2010;52(2):181–5.
26. Williams LN, Carroll SG, Reddihough DS, Phillips BA, Galea MP. Investigation of the timed „Up & Go“ test in children. *Dev. Med. Child. Neurol.* 2005; 47:518–24.
27. Jeng S-C, Yeh K-K, Liu W-Y, Huang W-P, Chuang Y-F, Wong AMK, et al. A physical fitness follow-up in children with cerebral palsy receiving 12-week individualized exercise training. *Res Dev Disabil [Internet]. Elsevier Ltd;* 2013;34(11):4017–24.
28. Li AM, Yin J, Yu CCW, Tsang T, So HK, Wong E, Chan D, Hon EK, Sung, R. The six minute walk test in healthy children: reliability and validity. *Eur. Respir. J.* 2005; 25:1057–60.
29. Mattern-Baxter K. Locomotor treadmill training for children with cerebral palsy. *Othopaedic Nursing.* 2010; 29(3):169-73.

30. Wilmshurst S, Ward K, Adams JE, Langton CM, Mughal MZ. Mobility status and bone density in cerebral palsy. *Archives of Disease in Childhood*. 1996; 75(2):164–65.
31. Metaxiotis D, Accles W, Siebel A, Doederlein L. Hip deformities in walking patients with cerebral palsy. *Gait & Posture*. 2000; 11:86–91.
32. Chien F, Demuth S, Knutson L, Fowler E. The use of the 600 yard walk-run test to assess walking endurance and speed in children with cerebral palsy. *Pediatric. Phys. Ther.* 2006; 18(1):86–7.
33. Chagas PSC, Mancini MC, Barbosa A, Silva PTG. Análise das intervenções utilizadas para a promoção da marcha em crianças portadoras de paralisia cerebral: uma revisão sistemática da literatura. *Rer. Bras. Fisioter.* 2004; 8(2):155-63.
34. Van den Berg-Emons RJ, Van Baak MA, Speth L SW. Physical training of school children with spastic cerebral palsy: effects on daily activity, fat mass and fitness. *Int J Rehabil Res.* 1998;21(2):179–94.
35. Bjornson KF, Belza B, Kartin D, Logsdon R, Mclaughlin JF. Ambulatory physical activity performance in youth with cerebral palsy and youth who are developing typically. *Phys. Ther.* 2007; 87:248.
36. Fowler EG, Knutson LM, Demuth SK, Sieber KL, Simms VD, Sugi MH, Souza RB, Karin R, Azen SP. Pediatric endurance and limb strengthening (PEDALS) for children with cerebral palsy using stationary cycling: a randomized controlled trial. *Phys. Ther.* 2010; 90(3):367-81.
37. Macko RF, Desouza CA, Tretter LD, Silver KH, Smith GV, Anderson PA et al. Treadmill aerobic training reduces the energy expenditure and cardiovascular demands of hemiparetic gait in chronic stroke patients. *Stroke*. 1997; 28(2):326-30.

38. Teixeira-salmela LF, Oliveira ESG, Santana EGS, Resende GP. Fortalecimento muscular e condicionamento em hemiplégicos. *Acta Fisiátrica*. 2000; 7(3):108-18.
39. Batista KG, Lopes PO, Serradilha SM, Souza GAF, Bella GP, Spuza RCT. Benefícios do condicionamento cardiorrespiratório em crianças ou adolescentes com paralisia cerebral. *Fisiotr. Mov.* 2010; 33(2):201-9.
40. Durstine JL, Painter P, Franklin BA, Morgan D, Pitetti KH, Roberts SO. Physical activity for the chronically ill and disabled. *Sports Med.* 2000; 30(3):207-19.
41. Fowler EG, Knutson LM, Demuth SK., Sieber KL, Simms VD et al. Pediatric endurance and limb strengthening (PEDALS) for children with cerebral palsy using stationary cycling: a randomized controlled trial. *Phys. Ther.* 2010; 90(3):367-81.
42. Unnithan VB, Clifford C, Bar-Or O. Evaluation by exercise testing of the child with cerebral palsy. *Sports Med.* 1998; 26:239 –251.
43. Fernhall B, Millar AL, Tymeson GT. Maximal exercise testing of mentally retarded adolescents and adults: reliability study. *Arch Phys Med Rehabil.* 1990; 71:1065–1068.
44. Ruiz JR, Castro-Piñero J, Artero EG, et al. Predictive validity of health-related fitness in youth: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine.* 2009; 43(12):909–923.
45. Verschuren O, Takken T. Aerobic capacity in children and adolescents with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities.* 2010; 31(6):1352–1357.

46. Hoofwijk M, Unnithan VB, Bar-Or O. Maximal treadmill performance of children with cerebral palsy. *Pediatr Exerc Sci*. 1995; 7:305–313.
47. Dallmeijer AJ BM. Physical strain of comfortable walking in children with mild cerebral palsy. *Disabil Rehabil*. 2011; 33(15-16):1351–7.
48. Balemans ACJ, Van Wely L DHS. Maximal aerobic and anaerobic exercise responses in children with cerebral palsy. *Med Sci Sport Exerc*. 2013;45(3):561–8.
49. Lundberg A. Longitudinal study of physical working capacity of young people with spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 1984; 26:328 –334.
50. Bar-Or O, Inbar O, Spira R. Physiological effects of a sports rehabilitation program on cerebral palsied and post-poliomyelitic adolescents. *Med Sci Sports*. 1976; 8:157–161.
51. Shephard RJ. Tests of maximum oxygen intake: a critical review. *Sports Med*. 1984; 1:99 –124.
52. Turley KR, Rogers DM, Wilmore JH. Maximal testing in prepubescent children: treadmill versus cycle ergometry. *Med Sci Sports*. 1993; 25:S9.
53. Armstrong N, Welsman JR KB. Longitudinal changes in 11-13-year-olds' physical activity. *Acta Paediatr*. 2000;89(7):775–80.
54. Wiley ME, Damiano DL. Lower-extremity strength profiles in spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 1998; 40:100 –107.
55. A L. Maximal aerobic capacity of young people with spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 1978;20(2):205–10.

56. Van Den Berg-Emons RJ, Van Baak MA, De Barbanson DC, et al. Reliability of tests to determine peak aerobic power, anaerobic power and isokinetic muscle strength in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 1996; 38:1117–1125.
57. Massin M, Allington N. Role of exercise testing in the functional assessment of cerebral palsy children after botulinum toxin injection. *J Pediatr Orthop*. 1999; 19:362–365.
58. Singh SJ, Morgan MD, Scott S, Walters D, Hardman a E. Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. *Thorax*. 1992;47(12):1019–24.
59. Buchfuhrer MJ, Hansen JE, Robinson TE, et al. Optimizing the exercise protocol for cardiopulmonary assessment. *J Appl Physiol*. 1983; 55:1558 –1564.
60. Coelho CC, Aquino Eda S, de Almeida DC, Oliveira GC, Pinto Rde C, Rezende IM et al. Comparative analysis and reproducibility of the modifies shuttle walk test in normal children and in children with cystic fibrosis. *J Bras Pneumol*. 2007; 33(2):168-74.
61. Reimberg MM, Castro RA, Selman JP, Meneses AS, Politi F, Mallozi MC et al. Effects os a pulmonar rehabilitation programo n physical capacity, peripheral muscle function and inflammatory markers in asthmatic children and adolescents: study protocol for a randomized controlled trial. *Multidiscip Respir Med*. 2015; 10(1):3.
62. Katz-Leurer M, Rotem H, Keren O, Meyer S. The effects of a “home-based” task-oriented exercise programme on motor and balance performance in

children with spastic cerebral palsy and severe traumatic brain injury. *Clin Rehabil*. 2009; 23(8):714–24.

63. Willoughby KL, Dodd KJ, Shields N, Foley S. Efficacy of Partial Body Weight–Supported Treadmill Training Compared With Overground Walking Practice for Children With Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. Elsevier Inc.; 2010; 91(3): 333–9.

64. Verschuren O, Takken T, Ketelaar M, Gorter W, Helders PJM. Research Report Reliability and Validity of Data for 2 Newly Developed Shuttle Run Tests in Children With Cerebral Palsy. 2006; 1107–17.

65. Crapo RO, Casaburi R, Coates AL, Enright PL, MacIntyre NR, McKay RT, et al. ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(1):111–7.

66. Li AM, Yin J, Tsang T, So HK, Wong E, Chan D, et al. The six-minute walk test in healthy children: reliability and validity. 2005;25(6):1057–60.

67. Meyer-Heim A, Borggraefe I, Ammann-Reiffer C, Berweck S, Sennhauser FH, Colombo G, et al. Feasibility of robotic-assisted locomotor training in children with central gait impairment. *Dev Med Child Neurol*. 2007;49(12):900–6.

68. Nsenga Leunkeu A, Shephard RJ, Ahmaidi S. Six-minute walk test in children with cerebral palsy gross motor function classification system levels I and II: Reproducibility, validity, and training effects. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. Elsevier Inc.; 2012;93(12):2333–9.

69. Mitchell LE, Ziviani J, Boyd RN. Characteristics associated with physical activity among independently ambulant children and adolescents with unilateral cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* [Internet]. 2015;57(2):167–74.

70. Lown B VR. Neural activity and ventricular fibrillation. *N Engl J Med*. 1976; 294:1165–70.
71. Levy MN SP eds. Vagal control of the heart: Experimental basis and clinical implications. In: Armonk: Future. 1994
72. Grad C. Heart Rate Variability and Heart Rate Recovery as prognostic factors. *Clujul Med [Internet]*. 2015;88(3):304.
73. Hon EH, Lee ST. Electronic evaluations of the fetal heart rate patterns preceding fetal death, further observation. *Am J Obstet Gynec*. 1965;87:814-26.
74. Wolf MM, Varigos GA, Hunt D, Sloman JG. Sinus arrhythmia in acute myocardial infarction. *Med J Aust*. 1978;2:52-3.
75. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation*. 1996;93:1043-65.
76. Longo A, Ferreira D CJ. Variabilidade da frequência cardíaca. *Rev Port Cardiol*. 1995; 14:241–62.
77. Força-Tarefa da Sociedade Europeia de Cardiologia e a Sociedade Norte-americana de Pacing e Electrofisiologia. 1996.
78. Kholod H, Jamil A, Katz-Leurer M. The associations between motor ability, walking activity and heart rate and heart rate variability parameters among children with cerebral palsy and typically developed controls. *NeuroRehabilitation*. 2013;33(1):113–9.

79. Yang TF, Chan RC, Kao CL, Chiu JW, Liu TJ KN et al. Power Spectrum Analysis of Heart Rate Variability for Cerebral Palsy Patients. *Am J Phys Rehabil.* 2002;81(5):350–4.
80. Finley JP, Nugent ST. Heart rate variability in infants, children and young adults. *J Auton Nerv Syst.* 1995;51(2):103–8.
81. Baraldi A, Zamune AR, Paola A, Tudella E, Aparecida M. Research in Developmental Disabilities The influence of motor impairment on autonomic heart rate modulation among children with cerebral palsy. 2011;32:217–21.
82. Amichai T, Katz-Leurer M. Heart rate variability in children with cerebral palsy: review of the literature and meta-analysis. *NeuroRehabilitation* 2014;35(1):113–22.
83. Quanjer PH, Borsboom GJ, Brunekreef B, Zach M, Forche G, Cotes JE, Sanchis J, Paoletti P. Spirometric reference values for White European children and adolescents: Polgar revisited. *Pediatr Pulmonol.* 1995; 19(2):135-42.
84. Camelo JS, Terra Filho J, Manco JC. Pressões respiratórias máximas em adultos normais. *J. De Pneumol.* 1985;11(4):181-184.
85. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sport Exerc.* 1982;14(5):377-81.
86. Revill SM, Morgan MD, Singh SJ, Williams J, Hardman a E. The endurance shuttle walk: a new field test for the assessment of endurance capacity in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax.* 1999;54(3):213–22.
87. Callegari-Jacques, Sidia M. *Bioestatística: princípios e aplicações.* Porto Alegre: Artemed, 2003. 255p.

88. Verschuren O, Bosma L, Takken T. Reliability of a shuttle run test for children with cerebral palsy who are classified at Gross Motor Function Classification System level III. *Dev Med Child Neurol*. 2011;53:470–2.
89. Grecco LAC, Zanon N, Sampaio LMM, Oliveira CS. A comparison of treadmill training and overground walking in ambulant children with cerebral palsy: randomized controlled clinical trial. *Clin Rehabil* [Internet]. 2013;27(8):686–96.
90. Taylor NF, Dodd KJ, Baker RJ, Willoughby K, Thomason P, Graham HK. Progressive resistance training and mobility-related function in young people with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Dev Med Child Neurol*. 2013;55(9):806–12.
91. Cheng HYK, Ju YY, Chen CL, Chang YJ, Wong AMK. Managing lower extremity muscle tone and function in children with cerebral palsy via eight-week repetitive passive knee movement intervention. *Res Dev Disabil* [Internet]. Elsevier Ltd; 2013;34(1):554–61.
92. Maanum G, Jahnsen R, Stanghelle JK, Sandvik L, Keller A. Effects of botulinum toxin A in ambulant adults with spastic cerebral palsy: a randomized double-blind placebo controlled-trial. *J Rehabil Med*. 2011;43(4):338–47.
93. Ruck J, Chabot G, Rauch F. Vibration treatment in cerebral palsy: A randomized controlled pilot study. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2010;10(1):77-83.
94. Chong J, Mackey AH, Broadbent E, Stott NS. Relationship Between Walk Tests and Parental Reports of Walking Abilities in Children With Cerebral Palsy. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. Elsevier Inc.; 2011;92(2):265–70.

95. Maanum G, Jahnsen R, Frøslie KF, Larsen KL, Keller A. Walking ability and predictors of performance on the 6-minute walk test in adults with spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* [Internet]. 2010;52(6):e126–32.
96. Thompson P, Beatg T, Bell J, Jacobson G, Phair T, Salbach MN et al. Test–retest reliability of the 10-metre fast walk test and 6-minute walk test in ambulatory school-aged children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2008,50:370–376.
97. Verschuren O, Ketelaar M, Gorter JW, Helders PJM, Takken T. Relation between physical fitness and gross motor capacity in children and adolescents with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2009,51:866–871.
98. Balbaloglu O, Basaran A, Ayoglu H. Functional outcomes of multilevel botulinum toxin and comprehensive rehabilitation in cerebral palsy. *J Child Neurol* [Internet]. 2011;26(4):482–7.
99. Mattern-Baxter KP, Mcneil S, Mansoor JK. Effects of Home-Based Locomotor Treadmill Training on Gross Motor Function in Young Children With Cerebral Palsy: A Quasi-Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2013;94:2061-7.
100. Iosa M, Morelli D, Marro T, Paolucci S, Fusco A. Ability and Stability of Running and Walking in Children with Cerebral Palsy. *Neuropediatrics* 2013;44:147–154.
101. Slaman J, Bussmann J, Wilma M, Van Der Slot, Stam HJ, Roebroek ME, Berg-Emons RJ. Physical Strain of Walking Relates to Activity Level in Adults With Cerebral Palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2013;94:896-901.

102. Wilson NC, Mackey AH, Stott NS. How Does the Functional Mobility Scale Relate to Capacity-Based Measures of Walking Ability in Children and Youth with Cerebral Palsy? *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*. Early Online:1–12,2013.
103. Iosa M, Marro T, Paolucci S, Morelli D. Stability and harmony of gait in children with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities* 2012;33:129–135.
104. Maltais DB, Robitaille NC, Dumas F, Boucher N, Richards CL. Measuring steady-state oxygen uptake during the 6-min walk test in adults with cerebral palsy: feasibility and construct validity. *International Journal of Rehabilitation Research* 2012,35:181–183.
105. Dibiasio PA, Lewis CL. Exercise training utilizing body weight-supported treadmill walking with a young adult with cerebral palsy who was non-ambulatory. *Physiotherapy Theory and Practice* 2012; 28(8):641–652.
106. Chrysagis N, Skordilis EK, Stavrou N, Grammatopoulou E, Koutsouki D. The Effect of Treadmill Training on Gross Motor Function and Walking Speed in Ambulatory Adolescents with Cerebral Palsy. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* 2012;91(9):747-760.
107. Ferland C, Moffet H, Maltais DB. Locomotor Tests Predict Community Mobility in Children and Youth With Cerebral Palsy. *Adapted Physical Activity Quarterly*. 2012;29:266-277.
108. Ferland C, Lepage C, Moffet H, Maltais DB. Relationships Between Lower Limb Muscle Strength and Locomotor Capacity in Children and Adolescents with Cerebral Palsy Who Walk Independently. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*. 2012;32(3):320–332.

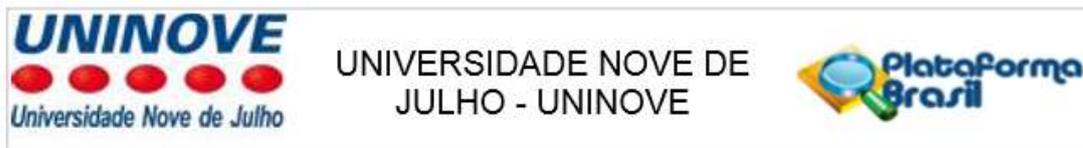
109. Brien M, Sveistrup H. An Intensive Virtual Reality Program Improves Functional Balance and Mobility of Adolescents With Cerebral Palsy. *Pediatric Physical Therapy*. 2011;258-266.
110. Bilde PE, Kliim-Due M, Rasmussen B, Petersen LZ, Petersen TH, Nielsen JB. Individualized, home-based interactive training of cerebral palsy children delivered through the Internet. *BMC Neurology* 2011;11:32:1-9.
111. Verschuren O; Bosma L; Takken T. Reliability of a shuttle run test for children with cerebral palsy who are classified at Gross Motor Function Classification System level III. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2011;53:470–472.
112. Retarekar R, Fragala-Pinkham MA, Townsend EL. Effects of Aquatic Aerobic Exercise for a Child with Cerebral Palsy: Single-Subject Design. *Pediatr Phys Ther* 2009;21:336–344.
113. Meyer-Heim A, Ammann-Reiffer C, Schmartz A, Schäfer J, Sennhauser FH, Heinen F et al. Improvement of walking abilities after roboticassisted locomotion training in children with cerebral palsy. *Arch Dis Child* 2009;94:615–620.
114. Sue-Mae Gan, Li-Chen Tung, Yue-Her Tang, Chun-Hou Wang. Psychometric Properties of Functional Balance Assessment in Children With Cerebral Palsy. *Neurorehabil Neural Repair*. 2008;22:745-753.
115. Meyer-Heim A, Borggraefe I, Ammann-Reiffer C, Berweck ST, Sennhauser FH, Colombo G et al. Feasibility of roboticassisted locomotor training in children with central gaitimpairment. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2007,49:900–906.
116. Kerr C, Mcdowell BC, Cosgrove A. Oxygen Cost Versus a 1-Minute Walk Test in a Population of Children With Bilateral Spastic Cerebral Palsy. *J Pediatr Orthop* 2007;27:283-287.

117. Maltais DB, Robitaille NM, Dumas F, Boucher N, Richards CL. Measuring steady-state oxygen uptake during the 6-min walk test in adults with cerebral palsy: feasibility and construct validity. *International Journal of Rehabilitation Research* 2012;35:181–183.
118. Morton JA, Brownlee M, Mcfadyen AK. The effects of progressive resistance training for children with cerebral palsy. *Clinical Rehabilitation* 2005;19:283-289.
119. Mcdowell BC, Kerr C, Parkes J, Cosgrove A. Validity of a 1 minute walk test for children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2005;47:744–748.
120. Maltais DB, Pierrynowski MR, Galea VA, Bar-Or O. Physical Activity Level is Associated with the O₂ Cost of Walking in Cerebral Palsy. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2005;37(3):347–353.
121. Schreiber J, Marchetti G, Crytzer T. The implementation of a fitness program for children with disabilities: a clinical case report. *Pediatr Phys Ther.* 2004;16(3):173-9.
122. Mossberg A, Orlander E, Norcross L. Cardiorespiratory capacity after weight-supported treadmill training in patients with traumatic brain injury. *Phys Ther.* 2007;88(1):77-87.
123. Dirienzo L, Dirienzo T, Baceski A. Heart rate response to therapeutic riding in children with cerebral palsy: an exploratory study. *Pediatr Phys Ther.* V. 19, n. 2, p. 160-5, 2007.
124. Park ES, Park CI, Cho SR, Lee JW KE. Assessmet of Autonomic Nervous System with Analysis of Heart Rate Variability in Children with Spastic Cerebral. *Yonsei Med J.* 2002;43(1):65–72.

125. GUIDELINES. Heart rate variability Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *European Heart Journal* 1996;17: 354–381.
126. Bjelakovic B, Llic S, Dimitrijevic L, Milovanovic B, Kostic G, Bjelakovic L, et al. Heart rate variability in infants with central coordination disturbance. *Early Hum Dev [Internet]*. Elsevier Ltd; 2010;86(2):77–81.
127. Tseng M, Chen K, Shieh J, Lu L, Huang C. Research in Developmental Disabilities The determinants of daily function in children with cerebral palsy. 2011;32(17):235–45.
128. Maltais Désirée B, Lesley Wiart, Eileen Fowler, Olaf Verschuren DLD. Health-related physical fitness for children with cerebral palsy. *J Child Neurol*. 2014;29(8):1091–100.
129. Chrysagis N, Skordilis EK, Koutsouki D. Validity and clinical utility of functional assessments in children with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil [Internet]*. Elsevier Ltd; 2014;95(2):369–74.
130. Maher CA, Williamms MT, Olds TS. The six-minute walk test for children with cerebral palsy. *Int J Rehabil Res [Internet]*. 2008;31(2):185–8.
131. Ferreira MC, Pastore C, Imada R, Guaré R, Leite M, Poyares D, et al. Autonomic nervous system in individuals with cerebral palsy: a controlled study. *J Oral Pathol Med [Internet]*. 2011;40(7):576–81.
132. de Camargo AA, Amaral TS, Rached SZ, Athanazio RA, Lanza FC, Sampaio LM et al. Incremental shuttle walking test: a reproducible and valid test to evaluate exercise tolerance in adults with noncystic fibrosis bronchiectasis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014; 95(5): 892-9.
133. VERSCHUREN O, MALTAIS DB, TAKKEN T. The 220-age equation does not predict maximum heart rate in children and adolescents. *Dev Med Child Neurol [Internet]*. 2011;53(9):861–4.

8 Anexos

Anexo A (Parecer Comitê de Ética em Pesquisa)



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação da Capacidade Funcional Cardiorrespiratória e Modulação Autonômica em Pacientes com Paralisia Cerebral.

Pesquisador: LUCIANA MARIA MALOSA SAMPAIO JORGE

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 31653614.1.0000.5511

Instituição Proponente: ASSOCIACAO EDUCACIONAL NOVE DE JULHO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 767.878

Data da Relatoria: 27/08/2014

Anexo B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nome _____ do _____ Voluntário:

Endereço: _____

Telefone _____ para
contato: _____ Cidade: _____ CEP: _____

E-
mail: _____

As informações contidas neste prontuário foram fornecidas pela mestranda Natália Pereira da Silva e orientadora Luciana Maria Malosá Sampaio, objetivando firmar acordo escrito mediante o qual, 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.

1. Título do Trabalho: “ Avaliação da Capacidade Funcional Cardiorrespiratória e Modulação Autonômica em Pacientes com Paralisia Cerebral.”

2. Objetivo: Avaliar a capacidade funcional e a modulação do sistema nervoso autonômico pelo teste de caminhada de velocidade controlada e endurance e teste de caminhada de seis minutos.

3. Justificativa: Poucos estudos mostram uma avaliação destes testes de campo, em classificações diferentes de GMFCS e a avaliação do consumo metabólico dessa população em diferentes testes, assim pretendemos mostrar a importância dos testes de campo na avaliação cardiorrespiratória e propor uma melhor elaboração de protocolos mais eficazes para a melhora do condicionamento cardiorrespiratório das crianças com paralisia cerebral.

4. Procedimentos da Fase Experimental: A pesquisa será realizada com crianças com diagnóstico de paralisia cerebral, provenientes das clínicas de fisioterapia da Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brasil. As mesmas

estarão realizando um teste de caminhada para verificar quantos metros caminha, teste de função pulmonar, por meio da avaliação espirométrica, irá soprar um bocal para verificarmos a força dos músculos da respiração e avaliação da composição corporal por meio de uma impedância bioelétrica tetrapolar. Após isso será convidado a participar do treinamento para melhorar seu condicionamento e qualidade de vida.

5. Desconfortos ou riscos esperados: As crianças são expostas a riscos mínimos durante a pesquisa, onde são supervisionadas a todo tempo pelo pesquisador que esta em pé ao lado da criança, caso a mesma apresente desequilíbrio ou algum tipo de mal estar, sendo interrompida a intervenção imediatamente.

6. 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 à pesquisa. Também os pesquisadores assumem o compromisso de proporcionar informação atualizada obtida durante o estudo, ainda que esta possa afetar a vontade do indivíduo em continuar participando.

7. Métodos alternativos existentes: A pesquisa citada dispensa qualquer método alternativo.

8. Retirada do Consentimento: O voluntário tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo.

9. Aspecto Legal: Elaborados de acordo com as diretrizes e normas regulamentadas de pesquisa envolvendo seres humanos atendendo à Resolução nº196 de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde – Brasília DF.

10. Garantia de Sigilo: Os pesquisadores asseguram a privacidade dos voluntários quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.

11. Formas de ressarcimentos das despesa decorrentes da participação na pesquisa: Não serão ressarcidas despesas com eventuais deslocamentos.

12. Local da Pesquisa: A pesquisa será desenvolvida no Ambulatório de Fisioterapia da Universidade Nove de Julho- Uninove, localizada à Rua Adolpho Pinto,109,CEP 05001-100, São Paulo.

Consentimento Pós Informação:

Eu, _____, após leitura e compreensão deste termo de informação e consentimento autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos por meio deste estudo no meio científico.

São Paulo, _____ de _____ de 2014.

Nome: _____

Assinatura: _____

1ª via: Instituição

2ª via: Voluntário

Anexo C**FICHA DE AVALIAÇÃO****Dados Pessoais**

Nome: _____

Data de nascimento: __/__/__

Sexo: () F () M

Peso: _____

Altura: _____

IMC: _____

Idade aquisição de marcha: _____

Nome _____ da _____ mãe _____ e _____ /ou
responsável: _____

Profissão: _____

Endereço: _____

Cidade: _____

Telefone: _____

Hipótese _____ de _____ Diagnóstico

Fisioterapêutico: _____

Data de avaliação: __/__/__

Anamnese

HMP: _____

HMA: _____

Exames Complementares e
 Cirurgias: _____

Medicamentos: _____

Exame Físico

FC(repouso): _____ FR(repouso): _____

SpO₂(repouso): _____ PA(repouso): _____

Padrão respiratório: () normal () diafragmático () misto () apical () paradoxal

Tipo de tórax: **Normal:** () Normolíneo () Brevilíneo () Longilíneo

Anormal: () Tonel () *Pectus Carinatum* () *Pectus Escavatum*

Deformidades posturais: () sim () não

Tosse: () presente () espontânea () estimulada () eficaz () ineficaz () produtiva () seca

Dispnéia: () presente () ausente

Ausculta Pulmonar: _____

Manovacuometria: PI máx : - _____cmH₂O PE máx _____cmH₂O

Espirometria: PRÉ-BD

CVF: _____ %pred

VEF₁: _____ %pred

VEF₁/CVF: _____ %pred

Inspeção

Tônus: _____

Trofismo: _____

Força Muscular: MMSS: _____ MMII: _____

Nível de Comprometimento Motor (GMFCS): _____