Universidade de São Paulo
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto

2015

**Análise do condicionamento
cardiopulmonar e estudo comparativo
entre métodos direto e indireto de
predição do consumo de oxigênio em
indivíduos cadeirantes com
mielomeningocele**

PPGRDF
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
REABILITAÇÃO E DESEMPENHO FUNCIONAL
FMRP-USP

**Marisa Maia Leonardi
Figueiredo**

Dissertação

Universidade de São Paulo
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Programa de Reabilitação e Desempenho Funcional

MARISA MAIA LEONARDI FIGUEIREDO

**Análise do condicionamento cardiopulmonar e estudo comparativo entre
métodos direto e indireto de predição do consumo de oxigênio em
indivíduos cadeirantes com mielomeningocele**

VERSÃO CORRIGIDA

Ribeirão Preto

2015

MARISA MAIA LEONARDI FIGUEIREDO

Análise do condicionamento cardiopulmonar e estudo comparativo entre métodos direto e indireto de predição do consumo de oxigênio em indivíduos cadeirantes com mielomeningocele

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de **Mestre em Reabilitação e Desempenho Funcional**.

Área de concentração: Fisioterapia

Orientadora: Profa. Dra. Ana Cláudia Mattiello Sverzut

Colaboradores: Prof. Dr. Hugo Celso Dutra de Souza

Prof. Dr. Lourenço Gallo Junior

Ribeirão Preto

2015

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Leonardi-Figueiredo, Marisa Maia

Análise do condicionamento cardiopulmonar e estudo comparativo entre métodos direto e indireto de predição de consumo de oxigênio em indivíduos cadeirantes com mielomeningocele.

Ribeirão Preto, 2015. 104 p.: il.; 30cm.

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Área de concentração: Fisioterapia.

Orientadora: Mattiello-Sverzut, Ana Claudia.

1. Consumo de oxigênio
2. Mielomeningocele.
3. Criança.
4. Função autonômica cardiovascular

FOLHA DE APROVAÇÃO

FIGUEIREDO, Marisa Maia Leonardi. Análise do condicionamento cardiopulmonar e estudo comparativo entre métodos direto e indireto de predição do consumo de oxigênio em indivíduos cadeirantes com mielomeningocele.

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para a
obtenção do título de Mestre em Reabilitação e
Desempenho Funcional.

Área de concentração: Fisioterapia

Aprovada (o) em: ____ / ____ / ____

Banca examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Dedicatória

Dedico esse trabalho às duas pessoas essenciais em minha vida:

*À minha querida mãe Vera, minha referência de mulher, profissional
e mãe;*

*E ao meu marido Vinícius, referência de determinação e minha maior
motivação.*

*. “O êxito da vida não se mede pelo caminho que você conquistou, mas
sim pelas dificuldades que superou no caminho”.*

Abraham Lincoln

Agradecimentos

À *Deus* e *Santa Rita* por não permitir que eu desistisse frente às dificuldades, atendendo às minhas necessidades.

À minha avó *Odete*, por despertar em mim o amor pela reabilitação.

Aos meus pais *Flávio e Vera*, pelo amor e por acreditarem nos meus sonhos, investindo no meu aprendizado para que eu pudesse realiza-los. Mãe, obrigada pelo incentivo de sempre, nos meus momentos de fraqueza é na senhora que me espelho e encontro a força necessária para continuar.

Aos meus irmãos, *Kamila e Eduardo*, por tantas vezes terem que dividir comigo minhas aflições.

Ao meu marido, *Vinicius*, pela paciência e concordância de adiar planos pessoais para que eu pudesse concretizar meus planos profissionais. Por acreditar no meu potencial e me desafiar a ir mais longe por um futuro melhor. Mesmo que a palavra obrigada signifique tanto, não expressará por inteiro o quanto seu companheirismo e aceitação foram importantes para mim nessa fase.

À minha orientadora, *Dr^a Ana Claudia Mattiello Sverzut*, sinônimo de otimismo e perseverança, que me incentivou continuar mesmo quando apareciam obstáculos que me desanimavam. Muito obrigada pela oportunidade, pelo agradável convívio diário, e por me ensinar nesses anos que ser professor não é simplesmente transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a criação. Enfim, obrigada pelo carinho sincero.

À *Cyntia*, pela amizade sincera, companhia no laboratório, boas risadas, sempre disposta a ajudar, e pelos comentários coerentes, sempre tendo uma resposta para minhas perguntas com embasamento teórico aprofundado.

As amigas do *Laboratório de Função Músculo Esquelético*; *Camila*, sempre meiga, pronta para ajudar, e que dividiu os momentos aflitos desde o início até o fim dessa etapa ao meu lado; *Mariana*, que esteve comigo boa parte desse projeto e juntas trocamos muitos conhecimentos; *Emanuela*, apesar de morar longe, se fez presente em cada momento; *Adriana e Joyce*, sempre prestativas; e à todas as *alunas de iniciação científica* do laboratório, sempre tão dispostas a colaborar quando precisei, mas em especial à *Monalisa e Ligia*, que tiveram participação ímpar nesse estudo, e me proporcionaram momentos de troca de conhecimentos essenciais para meu crescimento pessoal e profissional.

À estatística **Elisângela**, pela colaboração na concretização deste trabalho.

Ao casal de amigos **Tassiana e Jean**, pela indicação à minha orientadora, pela companhia no almoço, pelos inúmeros conselhos e trocas de experiências de vida de pós-graduandos. Vocês são muito queridos por mim.

À **Dr^a Carla Caldas**, pelo período de convivência no ambulatório NRI, sendo fundamental para somar a minha experiência com os pacientes com mielomeningocele.

Ao **Dr. Lourenço Gallo Junior** e **Dr. Hugo Celso Dutra de Souza**, pela essencial colaboração na concretização desse estudo e sugestões valiosas.

Aos profissionais dos laboratórios nos quais foram realizados os testes, **Ms. Luciano, Dr. Julio e Dr. Pedro** (Laboratório de Fisiologia Cardiovascular do Centro de Cardiologia da Clínica Médica); e em especial à **Ana Paula**, especialista do Laboratório de Fisiologia e Fisioterapia Cardiovascular, pela dedicação aos experimentos, admirável paciência, sempre dando um “jeitinho” de me encaixar entre as coletas de rotina, e pelos essenciais ensinamentos de técnicas específicas de análise de dados.

À **Universidade de São Paulo** e aos funcionários do **Programa de Reabilitação e Desempenho Funcional**, em especial **Samuel e Marília**, por sempre esclarecerem minhas dúvidas e me ajudarem com os fatores burocráticos.

À prof^a **Paula** e **Tânia** do curso de Nutrição e Metabolismo da FMRP-USP, pelo empréstimo da bioimpedância elétrica; e ao **Dr. Simões**, pelo empréstimo do cicloergômetro de membro superior.

À Fundação de Apoio e Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – **FAPESP**, pela concessão da bolsa de mestrado (Processo nº 2013/05936-4).

À **ONG Pró esporte**, pela colaboração com os voluntários.

Aos **voluntários e seus familiares** pela fundamental participação no estudo.

A todos os amigos e meus familiares que contribuíram de alguma forma para minha formação
como Mestre

Resumo

RESUMO

LEONARDI-FIGUEIREDO,MM.. **Análise do condicionamento cardiopulmonar e estudo comparativo entre métodos direto e indireto de predição do consumo de oxigênio em indivíduos cadeirantes com mielomeningocele.** 2015. 105f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.

Crianças com mielomeningocele (MMC) apresentam anormalidades primárias no fechamento do tubo neural com extrusão de tecido nervoso. Alterações secundárias, como a paraplegia, podem comprometer o desempenho cardiopulmonar e a função autonômica cardiovascular, sendo ainda maior, nos indivíduos que são dependentes exclusivamente de cadeira de rodas. Embora a literatura científica tenha amplamente estudado as manifestações clínicas dos diferentes níveis da MMC, pouca atenção tem sido dada à disfunção cardiopulmonar. A análise da função autonômica cardiovascular assim como a avaliação da capacidade cardiopulmonar, pelo consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), tem sido utilizada como forma de prever fatores de risco relacionados à saúde, mas o teste cardiopulmonar que é o padrão ouro, requer especificidades que limitam sua ampla utilização. **Objetivos:** Analisar a capacidade cardiopulmonar de crianças e adolescentes cadeirantes com mielomeningocele e comparar com a do seu respectivo controle, e aplicação de teste indireto a fim de estimar o VO_{2max} nas crianças e adolescentes com MMC. **Métodos:** Participaram desse estudo transversal 22 crianças e adolescentes, de ambos os sexos, com idade entre 8 e 15 anos, separadas em dois grupos: Grupo Mielomeningocele (GM), composto por 11 crianças e adolescentes com mielomeningocele que não deambulam (estritamente usuários de cadeira de rodas); e Grupo Controle (GC), composto por 11 crianças e adolescentes saudáveis pareados por sexo, idade, massa corporal e/ou estatura. Foram obtidos dados antropométricos; composição corporal por bioimpedância elétrica; classificação do nível de maturação pelo índice de Tanner; nível de atividade física pelo Questionário Internacional de Nível de Atividade Física; avaliação da força muscular isométrica dos abdutores de ombro, flexores e extensores de cotovelo, pelo dinamômetro Handheld e força muscular de preensão palmar pelo dinamômetro de Bulbo; avaliação da Variabilidade da Frequência Cardíaca e da Pressão Arterial (VFC e VPA) e da Sensibilidade Barorreflexa Espontânea (SBRE); teste cardiopulmonar em cicloergômetro de membro superior (teste direto = TD); e, teste indireto (TI) seguindo método proposto por Franklin et al.,(1990) para estimar VO_{2max} . **Resultados:** os grupos não apresentaram diferença estatística com relação à antropometria e força muscular ($p > 0,05$), porém o GM apresentou incremento de aproximadamente 6kg de massa gorda ($p \leq$

0,05). No teste cardiopulmonar, o GM apresentou reduzido valor de $VO_{2\text{pico}}$ comparado ao seu controle indicando diferença significativa entre os grupos ($p \leq 0,05$). O $VO_{2\text{pico}}$ correlacionou-se positivamente com dados antropométricos, massa magra e força muscular. Os valores de $VO_{2\text{max}}$ estimado pelo TI foram menores que os valores reais obtidos no TD, sofrendo uma variação de 24 à 56%; por outro lado, os dados de FC_{max} e FC de repouso não apresentaram diferença entre os testes. Com relação à função autonômica cardiovascular, os parâmetros espectrais da VFC não apresentaram diferença significativa entre os grupos, mas os valores de baixa frequência na VPA e a SBRE estavam reduzidos no GM ($p < 0,05$).

Conclusão: crianças e adolescentes com MMC apresentam menor capacidade cardiopulmonar que seus controles saudáveis, e reduzida sensibilidade barorreflexa espontânea com baixo controle simpático na VPA, indicando predisposição a eventos cardíacos tardios. E ainda, o método indireto selecionado não se mostrou ideal para estimar o $VO_{2\text{max}}$ nos voluntários do presente estudo, subestimando os valores reais, mas permitiu alcançar valores de FC_{max} prevista. Este pode ser um modelo de teste de esforço máximo, que necessita ser explorado nessa população. Uma proposta de condicionamento cardiopulmonar necessita ser desenvolvida para esta população.

Palavras chave: consumo de oxigênio, mielomeningocele, criança, função autonômica cardiovascular.

Abstract

ABSTRACT

LEONARDI-FIGUEIREDO,MM.. **Cardiopulmonary analysis and a comparative study to predict maximum oxygen consumption in non-ambulatory children with myelomeningocele using direct and indirect tests.** 2015. 105f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.

Children with myelomeningocele (MMC) present primary abnormalities in neural tube with nerve tissue extrusion. Secondary alterations, such as paraplegia, can compromise the cardiopulmonary performance and cardiac autonomic function, mainly in individuals who are exclusively dependent on a wheelchair. Although the scientific literature has extensively studied the clinical manifestations of MMC and their different neural lesion levels, poor attention has been addressed to cardiopulmonary dysfunction. Evaluation of cardiac autonomic function and cardiopulmonary capacity using maximum oxygen uptake (VO_{2max}) has been used to predict risk factors related to health, but this gold standard technique requires specificities that limit its widespread use. **Objectives:** To analyze the difference cardiopulmonary capacity of children and adolescents with myelomeningocele unable to walk and his or her matched control by detecting data that predispose to cardiovascular risks, and using an indirect test in order to estimate the VO_{2max} in children with MMC. **Methods:** Twenty two ($n = 11$) children and adolescents participated of this cross-sectional study, both sexes, aged 8 – 15 years, separated into two groups: Group Myelomeningocele (GM), with 11 children and adolescents with myelomeningocele unable to walk (wheelchair users); and Control Group (CG), with 11 healthy children and adolescents matched for sex, age, weight and/or height. The data obtained were: Anthropometric data; body composition by bioelectrical impedance analysis; index maturation classification by Taner; level of physical activity by IPAQ; isometric muscle strength of shoulder abductors, elbow flexors and extensors using Handheld dynamometer, and grip muscle strength using bulb dynamometer; Spontaneous baroreflex sensitivity (SBS) and heart rate and blood pressure variability (HRV and BPV) evaluation; cardiopulmonary exercise testing on a cycle ergometer of upper limb (direct test = DT); and indirect test following the method proposed by Franklin et al., (1990) to estimate VO_{2max} . **Results:** Anthropometry data and muscle strength did not present significant difference between analyzed groups ($p > 0.05$). GM presented approximately 6kg increased fat mass than CG ($p \leq 0.05$). By cardiopulmonary test, GM presented reduced VO_{2peak} compared to GC, indicating a significant difference between groups ($p \leq 0.05$). The

VO_{2peak} have positive correlation with anthropometric data and fat free mass and muscle strength. The VO_{2max} in DT varied between 24–56% higher than those on the IT, but rest and maximum HR mean value comparisons showed no statistical difference between the tests. Considering cardiac autonomic function, no difference was observed to spectral parameters of HRV, but low frequency of BPV and the SBS were significantly lower in GM ($p < 0.05$).

Conclusion: Children with MMC present reduced cardiopulmonary capacity than their healthy peers and reduced spontaneous baroreflex sensitivity and sympathetic control on BPV, indicating some predisposition to risk of cardiovascular event. And yet, VO_{2max} values estimated by the chosen IT underestimated the DT values and were not applicable to this population; however, they may represent a potential model to test maximal exercise and obtain maximal HR values, which need to be explored further in this population.

Keywords: oxygen consumption, myelomeningocele, child, cardiac autonomic function.

Lista de figuras

Lista de Figuras

Figura 1. Tipos de Espinha Bífida.	29
Figura 2. Ressíntese de ATP.....	33
Figura 3. Ilustração do posicionamento para análise da composição corporal por bioimpedância elétrica.....	45
Figura 4. Ilustração do teste cardiopulmonar em cicloergômetro de membros superiores...	49
Figura 5. . Representação esquemática do circuito oval percorrido pelos cadeirantes no Teste Indireto.....	56
Figura 6. Boxplot dos valores de força de preensão palmar dos grupos Controle e Mielomeningocele	57
Figura 7. Boxplot dos valores de força muscular isométrica dos músculos abdutores de ombro, flexores e extensores de cotovelo dos grupos Controle e Mielomeningocele	58
Figura 8. Boxplot dos valores de frequência cardíaca, pressão arterial diastólica e sistólica no repouso e pico no Teste Cardiopulmonar dos grupos Controle e Mielomeningocele.....	62
Figura 9. Boxplot do consumo de oxigênio relativo ($\text{VO}_{2\text{pico}} \text{ mL.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e absoluto ($\text{VO}_{2\text{pico}} \text{ L.min}^{-1}$) dos grupos Controle e Mielomeningocele.....	64
Figura 10. Comparação entre os valores de $\text{VO}_{2\text{max}}$ atingidos no Teste Direto e no Teste Indireto para cada voluntário do Grupo Mielomeningocele.....	67
Figura 11. Boxplot dos valores de frequência cardíaca (FC), pressão arterial diastólica (PAD), e pressão arterial sistólica (PAS) no repouso e no pico do esforço durante Teste Direto (TD) e Teste Indireto (TI) dos voluntários do Grupo Mielomeningocele.....	68
Figura 12. Parâmetros espectrais basais, calculados das séries temporais dos intervalos R-R (iRR), dos voluntários dos grupos Controle e Mielomeningocele, obtidos na posição supina.....	70

Figura 13. Parâmetros espectrais basais, calculados das séries temporais da pressão arterial sistólica (PAS), dos voluntários dos grupos Controle e Mielomeningocele, obtidos na posição supina 71

Figura 14. Sensibilidade barorreflexa espontânea obtida dos voluntários dos grupos Controle e Mielomeningocele, utilizando o método da sequência 71

Lista de tabelas

Lista de Tabelas

Tabela 1. Entidades visitadas no município de Ribeirão Preto e número de voluntários controles envolvidos no estudo	44
Tabela 2. Descrição das características clínicas individuais dos grupos Mielomeningocele e Controle	56
Tabela 3. Dados obtidos no pico do esforço no teste cardiopulmonar em cicloergômetro de membros superiores dos grupos Mielomeningocele e Controle	60
Tabela 4. Correlação (r) entre variáveis antropométricas, composição corporal e força muscular isométrica com VO_{2pico}	65
Tabela 5. Dados do tempo e distância percorridos e aplicação da fórmula para estimar VO_{2max} nos voluntários do Grupo Mielomeningocele (GM) durante o Teste Indireto.....	66
Tabela 6. Parâmetros espectrais basais, calculados das séries temporais dos intervalos R-R (iRR), e Sensibilidade barorreflexa espontânea, dos voluntários dos grupos Controle e Mielomeningocele, obtidos na posição supina	69

Lista de abreviaturas e siglas

Lista de abreviaturas e siglas

ACSM	American College of Sports Medicine
ATP	Trifosfato de adenosina
AVD's	Atividade de vida diária
CO ₂	Gás carbônico
DC	Débito Cardíaco
ECG	Eletrocardiograma
FC	Frequência cardíaca
GC	Grupo Controle
GM	Grupo Mielomeningocele
HF	Alta frequência
IMC	Índice de massa corporal
IPAQ	Questionário Internacional de Nível de Atividade Física
LF	Baixa frequência
MMC	Mielomeningocele
NRI-HCFMRP	Ambulatório Neurológico Infantil do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
O ₂	Oxigênio
PA	Pressão arterial
PAD	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
RER	Equivalentes respiratórios
SNA	Sistema nervoso autônomo
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TD	Teste Direto

TI	Teste Indireto
VE	Ventilação pulmonar
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca
SBRE	Sensibilidade Barorreflexa Espontânea
VO ₂	Consumo de oxigênio
VO ₂ /FC	Pulso de oxigênio
VO _{2max}	Consumo máximo de oxigênio
VO _{2pico}	Consumo de oxigênio pico
VPA	Variabilidade da Pressão Arterial
W	Potência pico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	26
2 REVISÃO DE LITERATURA	30
2.1 Mielomeningocele	30
2.1.1 Definição	30
2.1.2 Incidência	31
2.1.3 Etiologia	31
2.1.4 Diagnóstico	Erro! Indicador não definido.
2.1.5 Manifestações clínicas	31
2.1.6 Nível de lesão	32
2.1.7 Prognóstico	Erro! Indicador não definido.
2.2 Fisiologia do exercício aeróbio na criança	33
2.2.1 Sistema energético	33
2.2.2 Capacidade cardiopulmonar	35
2.2.2.1 Definição	35
2.2.2.2 Protocolos de mensuração	36
2.2.3 Alterações cardiorrespiratórias em cadeirantes com MMC	36
2.2.4 Avaliação da função autonômica cardiovascular	37
3 OBJETIVOS	40
3.1 Geral	40
3.2 Específicos	40
4 MATERIAIS E MÉTODOS	42
4.1 Caracterização do estudo	42
4.2 Cálculo Amostral	42
4.3 Voluntários	42
4.3.1 Grupo Mielomeningocele (GM)	42
4.3.2 Grupo Controle (GC)	43
4.4 Pareamento	43
4.5 Recrutamento	44
4.6 Procedimentos de avaliação	45
4.6.1 Massa corporal e altura	45
4.6.2 Composição corporal	45
4.6.3 Nível de lesão - apenas para GM	46
4.6.4 Nível de atividade física - apenas para GC (Anexo C)	46

4.6.5 Classificação da maturação sexual (Anexo D).....	47
4.6.6 Força muscular isométrica de membros superiores.....	47
4.6.7 Força de preensão palmar.....	48
4.6.8 Teste Cardiopulmonar/Teste Direto (TD)	48
4.6.9. Teste Indireto (TI) apenas para GM.....	50
4.6.10 Teste da Função Autonômica Cardiovascular – VFC e VPA	51
4.6.11 Análise da Sensibilidade Barorreflexa Espontânea (SBRE)	52
4.7 Análise estatística	52
5 RESULTADOS	55
5.1 Características clínicas da amostra.....	55
5.2 Força muscular isométrica	57
5.3 Teste Cardiopulmonar – Teste Direto	59
5.3.1 Análise da Frequência cardíaca e Pressão arterial no teste cardiopulmonar	61
5.3.2 Correlação entre variáveis antropométricas, composição corporal e força muscular isométrica com VO _{2pico}	65
5.4 Teste Direto vs. Teste Indireto.....	66
5.5 Teste da Função Autonômica Cardiovascular	69
6 DISCUSSÃO	73
6.1 Características clínicas da amostra.....	73
6.2 Força muscular isométrica	74
6.3 Teste Cardiopulmonar – Teste Direto	75
6.3.1 Frequência cardíaca, Pressão arterial diastólica e Pressão arterial sistólica no repouso e pico do teste cardiopulmonar	77
6.4 Teste Direto vs. Teste Indireto.....	77
6.5 Teste da Função Autonômica Cardiovascular	79
7 CONCLUSÃO.....	82
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
9 ANEXOS.....	94

1 INTRODUÇÃO

O termo mielomeningocele (MMC) refere-se ao defeito do desenvolvimento do arco vertebral posterior associado à protrusão das meninges e raízes nervosas, que ocorre na quarta semana de gestação, sendo o tipo mais complexo de Espinha Bífida. (HINDERER; HINDERER; SHURTLEFF, 1994). Indivíduos com MMC podem apresentar sintomas clínicos como: disfunção cardíaca, displasia renal, hiperplasia adrenal, hidrocefalia, alteração cognitiva, e, alterações que estão diretamente relacionadas ao nível segmentar da lesão neurológica como: bexiga neurogênica, deformidades posturais, distúrbios respiratórios do sono e paralisia de membros inferiores (BARADARAN, et. al., 2008).

Em especial, a paraplegia pode comprometer o desempenho cardiorrespiratório, sendo esse, ainda maior, nos indivíduos que fazem uso contínuo de cadeira de rodas, pois a massa muscular proporcionalmente menor dos segmentos corporais superiores ativos restringe tipicamente os valores máximos do rendimento de potência, do consumo de oxigênio (VO_2) e do débito cardíaco (DC) para aproximadamente metade daqueles esperados para o exercício máximo com as pernas nos indivíduos sem lesão na medula espinhal (FIGONI, 1993). Além disso, a hipocinesia circulatória, que equivale a um DC reduzido para qualquer VO_2 específico, foi relatada por vários pesquisadores. Presumivelmente, essa condição é devida à ausência de bomba muscular das extremidades inferiores destinada a ajudar no retorno venoso durante o exercício, à estagnação venosa excessiva e/ou ao volume sanguíneo subnormal. O efeito dessa condição consistiria em prejudicar o fornecimento de oxigênio (O_2) e de nutrientes para a retirada de metabólitos e de gás carbônico (CO_2) dos músculos ativos, o que facilita a fadiga muscular (FIGONI et al., 2004). Embora a literatura científica tenha amplamente estudado as manifestações clínicas dos diferentes níveis da MMC, pouca atenção tem sido dada à disfunção cardiorrespiratória resultante das anormalidades neuromusculares e ortopédicas que se manifestam nesta doença (GUARNIERI; VINCHON, 2008; VINCK, et. al., 2010).

A avaliação da capacidade cardiopulmonar pelo consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), tem sido utilizada como forma de prever fatores de risco relacionados à saúde. Segundo Matsudo e Tarapanoff (1986), o VO_2 é definido como a capacidade cardiorrespiratória do indivíduo de captar, transportar e utilizar oxigênio em nível celular numa unidade de tempo. Existem testes para mensurar o VO_{2max} em usuários de cadeira de rodas, e estes podem ser divididos em duas formas de mensuração: direta e indireta. Em

relação aos testes diretos, a literatura científica indica, como padrão ouro, protocolos laboratoriais por teste cardiopulmonar com a utilização de instrumentos como esteira ergométrica para cadeira de rodas e cicloergômetro de membros superiores acoplado a um ergoespirômetro estacionário (GOOSEY-TOLFREY, 2005; BERNARDI, et. al., 2006). Em geral, esses protocolos são confiáveis e válidos para avaliar a evolução clínica de uma moléstia num paciente, assim como para caracterizar o desempenho físico individual e nortear a prescrição de programas de treinamento físico (DICARLO, 1988; NILSSON; STAFF; PRUETT, 1975). Apesar de ser considerado padrão ouro, o teste cardiopulmonar demanda alto custo financeiro e é realizado por profissionais altamente qualificados e experientes. Estes têm sido considerados fatores limitantes para a ampla utilização deste método na prática clínica rotineira, sejam para diagnóstico, ou para eleição de protocolos de treinamento (DOCHERTY, 1996).

Como forma alternativa, alguns autores têm desenvolvido testes indiretos para estimar o VO_{2max} , e, em destaque, para os paraplégicos (FRANKLIN, et. al., 1990; VANDERTHOMMEN, et. al., 2002; VINET, et. al., 2002). Franklin et. al, (1990), analisaram a distância percorrida por atletas cadeirantes com o objetivo de estimar a aptidão aeróbia durante o teste de 12 minutos de Cooper modificado. Após a realização do teste, os autores compararam os resultados indiretos com os obtidos no teste cardiopulmonar e obtiveram uma boa estimativa do VO_{2max} . Como relatado, testes indiretos têm sido conduzidos com indivíduos com perfil atlético, e sob o nosso melhor conhecimento, não há relatos na literatura da aplicabilidade de testes indiretos para estimar ou refletir a aptidão aeróbia em crianças estritamente usuárias de cadeira de rodas, com disfunção neuromuscular e descondicionadas (não atletas).

Além da mensuração do VO_{2max} , a análise da variabilidade de parâmetros cardiovasculares, como frequência cardíaca (FC) e pressão arterial (PA), e análise da sensibilidade barorreflexa espontânea (SBRE) tem sido foco de interesse de diversos estudos por possibilitar uma avaliação não invasiva e seletiva da função autonômica (MALLIANI et al., 1991; SOMERS; ABOUD, 1994; TASK FORCE, 1996), representando um elemento importante para a estratificação de risco em algumas doenças cardíacas (LOMBARDI et al., 1987; FARRELL et al., 1992; LA ROVERE et al., 2003). Como fator de comorbidade na paraplegia infantil, além da hipocinesia, há ocorrência clínica de obesidade e é sabido que, o sistema cardiovascular dessas crianças, apesar de invariavelmente ao repouso serem assintomáticas, quando submetidos à análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), tendem a apresentar alterações na modulação autonômica cardiovascular. Assim, a análise da

função autonômica cardiovascular nessa população poderá nos fornecer dados que colaborem para a prevenção de eventos cardiovasculares.

Revisão de literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mielomeningocele

2.1.1 Definição

Os defeitos do tubo neural (Figura 1), como a espinha bífida, caracterizada como um defeito no fechamento posterior da coluna vertebral são malformações congênitas que ocorrem durante a quarta semana da embriogênese (AGUIAR et al., 2003). De acordo com Shepherd (1996), essa malformação congênita pode ser classificada em defeitos leves, como a espinha bífida oculta ou fechada, até os mais complexos, como a aberta ou visível. Dentre as abertas, a forma mais frequente é a mielomeningocele (MMC), que é caracterizada pela extrusão de tecido nervoso pelo defeito ósseo, resultando na formação de uma bolsa que é composta por medula espinhal, raízes nervosas, meninges e preenchida por líquido cefalorraquidiano, sendo revestida por uma fina camada de pele (PIANETTI, 2011; WENTZ, 1997).

Figura 1. Tipos de Espinha Bífida. (Adaptado do site <http://www.tuasaude.com/espinha-bifida>)

A malformação do tubo neural pode ocorrer ao longo da coluna vertebral, envolvendo várias vértebras ou apenas um ou dois segmentos, geralmente, localiza-se na região lombar, e os sinais clínicos característicos da patologia irão se manifestar nas áreas abaixo do nível do defeito espinhal (EMAS, 2002).

2.1.2 Incidência

A incidência de MMC no Brasil, é de 2,28:1000 nascidos vivos (FURLAN et. al., 2003), ainda, Nascimento (2008), relata diferenças na prevalência de acordo com as regiões. Nos Estados Unidos, esta taxa cai para cerca de 1:1000 nascidos vivos (LARY; EDMONDS, 1996; SNODGRASS; ADAMS, 2004). Para Wentz (1997), a incidência varia de uma região para outra, existindo uma maior frequência em países anglo-saxônicos, onde a incidência pode ultrapassar de quatro indivíduos afetados para cada mil nascimentos em determinadas regiões. E de acordo com Ulsenheimer et al. (2004) acomete mais o sexo feminino e a raça branca.

2.1.3 Etiologia

A etiologia da MMC ainda é desconhecida, mesmo havendo estudos examinando as possíveis causas da espinha bífida, incluindo a avaliação de fatores genéticos, ambientais, dietéticos e anormalidades cromossômicas (EMAS, 2002). Cunha (2005) declarou que esse defeito ocorre como consequência da associação de fatores genéticos e ambientais, sendo também associado à deficiência de ácido fólico, diabetes materna, deficiência de zinco e ingestão de álcool durante os três primeiros meses de gestação. Para Grosse e Collins, (2007), a utilização de ácido fólico antes da concepção e durante o período de embriogênese tem mostrado eficiente prevenção dos defeitos de fechamento do tubo neural. Entretanto, para Kirpalani et al., (2000) o uso de ácido fólico pode reduzir, mas não eliminar os defeitos do tubo neural e, casais que já possuem uma criança portadora de mielomeningocele, apresentam um risco maior de gerarem outra criança com a mesma malformação (WENTZ, 1997).

2.1.4 Manifestações clínicas

O comprometimento clínico decorrente da MMC irá depender de alguns fatores, incluindo nível da lesão na coluna, gravidade dessa lesão e problemas associados. O nível da lesão é o que determina a mobilidade que a criança terá nos membros inferiores, porém, quanto mais alto for o nível do defeito na coluna, maior será o grau de paralisia que esta

criança apresentará (RATLIFFE, 2002). A MMC é uma das principais causas de paralisia motora de membros inferiores e está associada a graus variáveis de déficits neurológicos, podendo resultar desde plegia e perda sensorial até ausência de qualquer déficit neurológico (MATUSHITA; PINTO, 2005).

Outras manifestações clínicas observadas são: paralisia flácida, diminuição da força muscular, atrofia muscular, diminuição ou abolição dos reflexos tendíneos, diminuição ou abolição da sensibilidade exteroceptiva e proprioceptiva, incontinência dos esfíncteres do reto, bexiga neurogênica, displasia renal, hiperplasia adrenal, hidrocefalia, alteração cognitiva, deformidades posturais e distúrbios respiratórios do sono (BARADARAN et. al., 2008). Contudo, as crianças com mielomeningocele ainda podem apresentar manifestações secundárias, como úlceras de decúbito, alterações vasomotoras, osteoporose, contraturas de tecidos moles e deformidades ósseas (SHEPHERD, 1996).

2.1.5 Nível de lesão

Além do nível de lesão na medula determinar o grau de função motora que a criança terá nos membros inferiores, ainda indicará qual será sua independência na mobilidade e locomoção (RATLIFFE, 2002). O comprometimento motor característico da MMC é a paraplegia. Tachdjian (1995) afirmou que, pode ser parcial ou completa abaixo de um determinado nível neurosegmentar, tendo uma função normal das áreas correspondentes aos níveis acima dessa lesão. Em virtude da grande variação do comprometimento motor, foram propostas algumas classificações com o objetivo de agrupar indivíduos com semelhante nível neurológico de lesão e que fossem, portanto mais homogêneos quanto à limitação motora, ao prognóstico de marcha e à abordagem terapêutica (BARTONEK et. al., 1999). A classificação segundo Hoffer et. al., (1973), é a mais utilizada na prática clínica e consiste na avaliação funcional do nível de lesão neurológica realizando o exame motor e sensitivo, sendo caracterizado em quatro grupos:

- Torácico – nenhuma sensibilidade e nem função da musculatura do quadril para baixo;
- Lombar alto – presença de alguma sensibilidade abaixo do quadril e de alguma força nos músculos flexores e adutores do quadril e eventualmente dos extensores dos joelhos;
- Lombar baixo – presença de função da musculatura do quadril e dos flexores dos joelhos, eventualmente dos dorsiflexores e/ou dos abdutores do quadril;

- Sacral – função dos músculos do quadril e joelhos, função em flexores plantares, dos artelhos e/ou dos extensores de quadris.

Além da classificação quanto ao nível de lesão, Burns e MacDonald (1999), classificaram a MMC quanto ao padrão de deambulação:

- Deambuladores comunitários – pacientes que deambulam dentro e fora de casa, com ou sem aparelhos, podendo usar cadeira de rodas para distâncias grandes;
- Deambuladores Domiciliares – pacientes que deambulam somente em casa, com ajuda de dispositivos auxiliares, e usam cadeira de rodas para qualquer outra atividade, dentro ou fora de casa, porém são independentes para transferências;
- Deambuladores Não-Funcionais – pacientes que só deambulam na fisioterapia e usam cadeira de rodas para a maioria das atividades;
- Cadeirantes – pacientes que usam cadeira de rodas para todas as atividades, podendo ser independentes em transferências.

A paraplegia ocasionada pelo nível de lesão medular em indivíduos com MMC pode comprometer o desempenho cardiorrespiratório, sendo ainda maior nos indivíduos que fazem uso contínuo de cadeira de rodas. Assim, o conhecimento a cerca da fisiologia do sistema aeróbio, juntamente com o estudo da capacidade cardiopulmonar e função autonômica cardiovascular faz-se importantes nessa população.

2.2 Fisiologia do exercício aeróbio na criança

2.2.1 Sistema energético

Todo momento inicial de um exercício é anaeróbio, passando a ser aeróbio ou oxidativo, dependendo de cada demanda. O trifosfato de adenosina (ATP) é fracionado enzimaticamente dentro das células para difosfato de adenosina (ADP) e fosfato (P) a fim de proporcionar energia para a contração muscular e a geração de força. Esse mecanismo anaeróbio proporciona uma fonte rápida de ATP, que é particularmente importante no início de qualquer sessão de exercício e durante a atividade de alta intensidade que só pode ser

mantida por um curto período. À medida que a duração do exercício aumenta, a contribuição das fontes energéticas anaeróbicas diminui, iniciando a fonte energética com utilização suficiente de oxigênio, e utiliza o glicogênio, as gorduras e as proteínas como substratos de energia. A contribuição relativa dos metabolismos anaeróbico e aeróbico depende do consumo de oxigênio (respiração), de seu fornecimento (sistema cardiovascular) e de sua utilização (extração muscular) em ritmos proporcionais às demandas de energia da atividade (PESCATELLO, 2014).

Figura 2. Ressíntese de ATP (Adaptado de McArdle, 1994).

Os músculos das crianças respondem de forma diferente do indivíduo adulto, quando submetidos ao treinamento. As crianças são capazes de resistir à fadiga, melhor do que os adultos durante uma ou várias repetições de exercício de alta intensidade (BAR-OR, 2004). Este melhor desempenho pode ser explicado pelas características dos músculos das crianças, que são quantitativamente e qualitativamente diferentes dos adultos. As crianças têm menos massa muscular do que os adultos e, portanto, podem gerar valor absoluto de energia inferior durante o exercício de alta intensidade (LEXELL et al., 1992; JANSSON, 1996). Alguns pesquisadores também mostraram que as crianças são mais preparadas para um padrão oxidativo do que glicolítico, o que levaria a um menor acúmulo dos subprodutos do músculo, além disso, a baixa capacidade das crianças para ativar as fibras

musculares do tipo II, também explicaria sua maior resistência à fadiga durante contrações isométricas máximas (KACZOR et. al., 2005). O menor acúmulo muscular de subprodutos observado em crianças pode ser sugestivo de sinal metabólico reduzido, que induz menores níveis de fadiga. Fatores como rápida ressíntese de fosfocreatina, maior capacidade oxidativa, melhor equilíbrio ácido-básico, maior velocidade em reestabelecer as funções cardiorrespiratórias e maior remoção de subprodutos metabólicos nas crianças, também poderiam explicar sua recuperação mais rápida após exercício de alta intensidade (RATEL; DUCHÉ; WILLIAMS, 2006).

2.2.2 Capacidade cardiopulmonar

2.2.2.1 Definição

A capacidade cardiopulmonar é mensurada pelo consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{max}}$), e tem sido utilizada como forma de prever fatores de risco relacionados à saúde. Segundo Matsudo e Tarapanoff (1986), o $\text{VO}_{2\text{max}}$ é definido como a capacidade cardiorrespiratória do indivíduo de captar, transportar e utilizar oxigênio pelas células numa unidade de tempo. Diversos métodos foram criados com o objetivo de quantificar, mais precisamente, o $\text{VO}_{2\text{max}}$, e atualmente, o teste cardiopulmonar pela ergoespirometria, é classificada como método padrão-ouro (DOCHERTY, 1996). Mecanismos reguladores centrais (débito cardíaco) quanto periféricos (diferença arteriovenosa de oxigênio) afetam a magnitude do consumo de oxigênio pelo corpo. O $\text{VO}_{2\text{max}}$ pode ser enunciado em bases absolutas, isto é, em litros por minuto, ou relativo, refletindo a produção corporal total de energia e o dispêndio calórico (1 litro ~ 5 Kcal), ou dividindo esse valor pelo peso corporal em quilogramas. As diretrizes do *American College of Sports Medicine* (ACSM), estabelece que um homem sedentário de 70kg possui um consumo de oxigênio em repouso de 1 MET (aproximadamente $3,5 \text{ mL.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). O aumento da capacidade cardiopulmonar em atletas treinados aparece como resultado de um maior débito cardíaco máximo, por causa de um maior aumento na FC e do volume sistólico de ejeção.

Normalmente, crianças saudáveis possuem consumo de oxigênio consideravelmente alto, com valores variando entre 48 e 58 $\text{mL.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, bem acima de 42 $\text{mL.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, o que indica um bom nível de condicionamento físico em adultos (STANGANELLI, 1991). Vale ressaltar que esses dados foram analisados frente ao exercício de esforço em esteira ergométrica, a utilização de cicloergômetro de membros superiores apontam resultados de 20

a 30% menores, levando em consideração a menor massa muscular envolvida em exercícios utilizando apenas os braços (MILES; COX; BOMZE, 1989).

2.2.2.2 Protocolos de mensuração do consumo de oxigênio

Existem protocolos de mensuração do VO_{2max} para cadeirantes, e estes podem ser divididos em duas formas: direta e indireta. Em relação aos testes diretos, encontram-se na literatura alguns protocolos laboratoriais utilizando cicloergômetro de membro superior acoplado a um ergoespirômetro estacionário (em geral, confiáveis e válidos para a evolução clínica) ou esteira ergométrica para cadeira de rodas (GOOSEY-TOLFREY, 2005; BERNARDI et al., 2006). Neste caso, as limitações inerentes ao teste (pela menor massa muscular envolvida) fazem com que o maior valor de consumo de oxigênio obtido nesta situação seja denominado como VO_2 de pico (VO_{2pico}).

Já as formas de análise indireta do VO_{2max} consistem em analisar a distância percorrida em determinado tempo ou, ainda, o tempo necessário para percorrer uma metragem prefixada, e assim estimar ou refletir a aptidão aeróbia ou cardiopulmonar, tanto em crianças como em adultos (WASSERMAN, 1994). Existem na literatura estudos que utilizaram essa forma de análise em atletas cadeirantes (FRANKLIN et al., 1990; VANDERTHOMMEN et al., 2002; VINET et al., 2002). Neste sentido, Franklin et al., (1990) analisaram a distância percorrida em determinado tempo, com o objetivo de estimar ou refletir a aptidão aeróbia de atletas cadeirantes, durante o teste de 12 minutos de Cooper modificado; os resultados sugeriram boa estimativa do VO_{2max} na população estudada, além de ser um teste sem custo e que utiliza uma forma familiar de exercício, ou seja, a propulsão da cadeira de rodas.

2.2.3 Alterações cardiorrespiratórias em cadeirantes com MMC

As alterações clínicas decorrentes dos diferentes níveis da lesão medular em indivíduos com MMC os tornam menos ativos, e a inabilidade funcional pode desenvolver uma variedade de problemas de saúde associados ao estilo de vida sedentário (BRATTEBY, TOLLERZ et al., 2011; BOYD et al., 1999). O baixo custo energético pela utilização de cadeira de rodas em relação à deambulação, nestes indivíduos, foi documentada por Williams et al. (1983). Hipotetiza-se que a baixa massa corporal livre de gordura e o nível de atividade mais baixo representem as principais causas destes achados clínicos. Por outro lado, o custo energético relacionado ao desenvolvimento de uma função aeróbia torna-se alto nesta população, o que secundariamente leva ao aumento de fadiga e

desconforto e, conseqüentemente, hipoatividade como hábito de vida (AGRE et al., 1987; SHERMAN et al., 1997).

2.2.4 Avaliação da função autonômica cardiovascular

Na paraplegia infantil associada à hipocinesia existe uma tendência crescente à obesidade, cuja ocorrência não está relacionada às doenças endocrinológicas, e é explicada pelo aumento na ingestão de alimentos ricos em energia e pela diminuição da prática de atividade física. Em relação ao sistema cardiovascular dessas crianças, apesar de invariavelmente ao repouso serem assintomáticas, nessa mesma condição, ao serem submetidas à análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), tendem a apresentar alterações na modulação autonômica cardiovascular, levando-as a desenvolver alterações do funcionamento do coração devido a menor ação vagal, ou mesmo, a menor efetividade tanto vagal quanto simpática cardíaca, quando comparadas as crianças eutróficas da mesma idade (RABBIA et. al., 2003). A disfunção autonômica que quase sempre se manifesta após uma lesão medular, pode aparecer de forma aguda ou crônica, ser reversível ou não e corresponder à disfunção de um ou dois ramos do sistema nervoso autônomo (SNA). Quando estão presentes, trazem consigo manifestação clínicas, como: hipotensão ortostática, taquicardia de repouso, infarto do miocárdio sem dor, parada cardiorrespiratória, entre outras. Desta maneira, a caracterização, a detecção precoce e a prevenção de episódios de disautonomias constituem fatores extremamente relevantes ao tratamento de portadores de lesão medular (GUYTON; HALL, 2006).

O estudo da VFC é um método que nos permite analisar as flutuações que ocorrem durante períodos curtos ou prolongados da FC tendo a vantagem de possibilitar uma avaliação seletiva e não invasiva da função autonômica (KLEIGER et al., 1992; VANDERLEI et al., 2009). As medidas do domínio do tempo são índices obtidos de um registro contínuo de eletrocardiograma (ECG) a partir do qual se determina a dispersão da duração dos intervalos entre o complexo QRS normais, isto é, resultantes de despolarização sinusal. A VFC pode ser também avaliada pelas medidas no domínio de frequência, sendo estas medidas derivadas da análise espectral que decompõe a variabilidade total da FC em seus componentes causadores, apresentando-os segundo a frequência com que alteram a FC. O cálculo da densidade espectral pode ser obtido através dos algorítmicos que utilizam Transformadas Rápidas de Fourier ou modelos auto-regressivos. Resultados obtidos por estes métodos demonstram que em humanos o espectro de Potência da variabilidade fisiológica apresenta normalmente quatro

faixas de frequência: alta frequência (HF: 0,15 a 0,40 Hz); baixa frequência (LF: 0,04 a 0,15 Hz), muito baixa frequência (MLF; 0,01 à 0,04 Hz); ultra baixa frequência (ULF: 10^{-5} à 10^{-2} Hz) (AUBERT; SEPS; BECKERS, 2003; FURLAN et al., 1990; KLEIGER et al., 1992; TSUJI et al., 1996) . As bandas HF e LF e suas potências aparecem para fornecer uma importante taxa para avaliar o complexo de interação entre as modulações reguladoras neurais e algumas variabilidades cardiovasculares. Estudos recentes mostraram que o aumento da modulação simpática, estava relacionado com o aumento do componente de baixa frequência, ao passo que a acentuada modulação vagal está acompanhada com relativo aumento do componente de alta frequência. Em resumo, as potências desses ritmos aparecem para demonstrar uma relação recíproca como a comumente encontrada no índice simpatovagal. Por outro lado, LF e pressão arterial sistólica parecem ser marcas fidedignas da modulação simpática e atividade motora (MALLIANI et. al., 1991).

A importância clínica de se avaliar a VFC e variabilidade da pressão arterial (VPA) já está bem definida. O sistema simpático exerce um nítido efeito arritmogênico, cabendo ao parassimpático uma ação inversa, protetora. Assim, é possível que a análise do perfil autonômico cardiovascular, por meio da análise da VFC e VPA, represente um elemento importante para a estratificação de risco em algumas doenças cardíacas (LOMBARDI et al., 1987; FARRELL et al., 1992; LA ROVERE et al., 2003). Nesse sentido, em humanos, a redução da VFC, assim como o aumento da VPA parecem predizer eventos cardiovasculares (KLEIGER et al., 1987; PARATI et al., 1997; MIAO et al., 2006).

Objetivos

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Este estudo objetivou, analisar a capacidade cardiopulmonar de crianças e adolescentes com mielomeningocele estritamente usuárias de cadeira de rodas, por meio do teste cardiopulmonar realizado em cicloergômetro de membros superiores, e comparar com dados de crianças e adolescentes saudáveis. E ainda, aplicar um teste indireto a fim de estimar o consumo máximo de oxigênio das crianças e adolescentes com mielomeningocele e comparar com dados do teste direto. E, finalmente, analisar a função autonômica cardiovascular das crianças e adolescentes cadeirantes com mielomeningocele, e comparar com dados controle.

3.2 Específicos

- Quantificar a capacidade cardiopulmonar de crianças e adolescentes cadeirantes (sem marcha comunitária ou domiciliar) com mielomeningocele, e comparar com seu respectivo controle, por meio de teste cardiopulmonar em cicloergômetro de membros superiores;
- Estimar o consumo máximo de oxigênio em crianças e adolescentes cadeirantes com mielomeningocele a partir da utilização de teste indireto proposto por Franklin et al. (1990), e comparar com dados obtidos no teste direto (teste cardiopulmonar);
- Quantificar valores da variabilidade da frequência cardíaca, variabilidade da pressão arterial e sensibilidade barorreflexa espontânea de crianças e adolescentes cadeirantes com mielomeningocele, e comparar com dados controle;
- Quantificar as variáveis antropométricas e mensurar a força muscular isométrica dos grupos musculares abdutores de ombro, flexores e extensores de cotovelo e força de preensão palmar, e correlacionar com dados do consumo de oxigênio.

Materiais e métodos

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização do estudo

Caso-controle de corte transversal.

4.2 Cálculo Amostral:

O cálculo do tamanho amostral foi realizado considerando um desenho de estudo do tipo caso controle, seguindo a metodologia de determinação do tamanho amostral proposta por Schlesselman (1982). Nesta, é necessário conhecer a proporção exposta entre os casos (alvo de atenção) e a quantidade de controles (sujeitos saudáveis) para cada caso. Portanto, este estudo considerou a proporção exposta (número de pacientes atendidos) no *Ambulatório Neurológico Infantil do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo* (NRI-HCFMRP). De um total de 34 crianças com mielomeningocele em acompanhamento no ambulatório, 15 eram cadeirantes (valor equivalente: 45% do total). Para cada caso com mielomeningocele, foi ponderada uma quantidade máxima, de dois controles, e mínima, de um controle para cada caso. Com base nestas informações obteve-se um tamanho amostral de 11 voluntários para o Grupo Mielomeningocele (GM) e de 11 a 22 voluntários para o Grupo Controle (GC).

4.3 Voluntários

Grupo Mielomeningocele e Grupo Controle

4.3.1 Grupo Mielomeningocele (GM)

Composto por 11 crianças e adolescentes com MMC, idade entre 8 e 15 anos, em acompanhamento no NRI-HCFMRP no período 2013/2014. Os critérios de inclusão

envolveram pacientes em acompanhamento no NRI-HCFMRP, residentes ou não do município de Ribeirão Preto, com diagnóstico confirmado de MMC, que faziam uso contínuo de cadeira de rodas e, portanto, não apresentavam marcha comunitária e/ou marcha assistida pelo uso de dispositivos auxiliares para deslocamento de curtas distâncias, capazes de compreender o que foi solicitado e concedida participação voluntária na pesquisa assim como de seu responsável. Os critérios de exclusão compreenderam deambulação independente ou assistida, mesmo que por curtas distâncias, disfunções neurológicas, cardiovasculares crônicas, agudas e/ou inflamatórias, disfunções respiratórias crônicas ou causadas por deformidades na coluna vertebral, histórico de hidrocefalia que comprometia a compreensão e execução dos testes.

4.3.2 Grupo Controle (GC)

Foi composto por 11 crianças e adolescentes saudáveis, selecionados aleatoriamente na cidade de Ribeirão Preto e região. Os critérios de inclusão envolveram crianças pareadas com o GM quanto à idade, sexo, massa corporal e/ou estatura e concedida participação voluntária na pesquisa assim como de seu responsável. O critério de exclusão compreendeu distúrbios psiquiátricos, doenças neuromusculares, neurológicas, disfunções cardiorrespiratórias crônicas, síndromes genéticas ou metabólicas, fratura recente em membro superior, e indivíduos com nível de atividade física classificado pela IPAQ como “ativo” ou superior (ver descrição no item 4.6.4).

4.4 Pareamento

Foi obtido com base nos dados antropométricos dos voluntários com MMC. Estes dados foram plotados na figura editada pela *National Center for Health Statistics in collaboration with the National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion* (2000), que contém curvas referenciais de massa corporal e estatura, baseadas na idade e sexo de indivíduos de 2 a 20 anos de idade (STATISTICS, 2000). A partir deste referencial, o pareamento foi estabelecido considerando o intervalo compreendido entre as curvas superior e inferior ao ponto que representou o voluntário do GM na figura.

4.5 Recrutamento

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (nº 371.508 - Anexo A). O recrutamento dos voluntários do GM foi realizado a partir de convite no NRI-HCFMRP. O recrutamento dos voluntários que compuseram o GC foi obtido por meio de visita às instituições públicas ou privadas como escolas e organizações não governamentais. Nestas, em busca de potenciais candidatos ao pareamento, foram agendadas reuniões com diretores, coordenadores e responsáveis por tais instituições do município de Ribeirão Preto, com objetivo de informá-los sobre a pesquisa, solicitar consentimento do recrutamento de voluntários daquela instituição, distribuir o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – Anexo B) e desenvolver o agendamento da primeira parte da coleta dos dados (nome, data de nascimento, sexo, massa corporal, estatura e telefone), ou seja, criação de um banco de dados. Na Tabela 1, são apresentadas as instituições abordadas e número de potenciais voluntários analisados. Ao longo da coleta de dados, os responsáveis dos indivíduos que pareavam ao GM eram contatados por telefone e convidados a participar efetivamente no estudo, mediante agendamento para desenvolvimento dos testes clínicos.

Tabela 1: Entidades visitadas no município de Ribeirão Preto e número de voluntários controles envolvidos no estudo.

Nome da Instituição visitada	Número de indivíduos pesados e medidos	Números de indivíduos pareados ao GM e convidados a participar do estudo	Número de voluntários que consentiram participar do estudo
E.E. Prof. Romualdo Monteiro de Barros	213	10	1
Colégio Anchieta	178	12	1
Colégio Ideal	34	5	3
ONG's, Igrejas e comunidades	91	16	9
TOTAL	516	43	14

Os voluntários que aceitaram participar da pesquisa foram avaliados nos laboratórios de pesquisa envolvidos no projeto, contendo os recursos específicos, em sala apropriada. A

coleta dos dados pessoais foi efetuada junto aos pais e/ou responsáveis. O TCLE, foi lido e assinado pelos voluntários e seus responsáveis, antes da avaliação. Todos os dados avaliados foram registrados numa ficha individual de avaliação.

4.6 Procedimentos de avaliação

4.6.1 Massa corporal e estatura

Nos voluntários do GC, a massa corporal foi mensurada por meio de uma balança antropométrica eletrônica (Welmy® W200/5, São Paulo, SP, Brasil) com capacidade para 180 quilogramas (Kg) e resolução de 0,1 Kg. Os voluntários foram pesados com roupa e sem sapatos. Os valores foram registrados em Kg e frações de 0,1 Kg de acordo com a resolução da balança, e a estatura foi obtida por estadiômetro da mesma balança, com o voluntário na posição ortostática. O valor foi registrado em centímetros (cm), com precisão de 0,1 cm. Nos voluntários do GM, a massa corporal foi obtido indiretamente pesando cada voluntário em sua cadeira de rodas e subtraindo o peso da cadeira, em balança própria para pesagem de cadeirantes; os valores foram registrados em Kg e frações de 0,1 Kg de acordo com a resolução da balança. A estatura foi obtida pela envergadura (comprimento entre a ponta do dedo médio de uma mão à outra) utilizando uma fita métrica e o valor registrado em centímetros (cm) com precisão de 0,1 cm.

4.6.2 Composição corporal

A composição corporal foi avaliada por bioimpedância elétrica do tipo tetrapolar (Biodynamics 450®, São Paulo, SP, Brasil) seguindo as recomendações do fabricante. Este aparelho estima massa livre de gordura, ou massa magra, por medir a resistência dos tecidos do corpo a uma corrente elétrica alternada 50 kHz de 800 mA. Antes do teste foi recomendado o esvaziamento da bexiga, que não ingerissem altas quantidades de líquido, retirassem quaisquer metais do contato com o corpo e não praticassem atividade física desportiva até 24h antes do teste. O teste foi realizado estando o voluntário em decúbito dorsal sobre uma superfície não condutora, com pés e mãos ligeiramente afastados da linha média. Para a colocação dos eletrodos, as áreas de contato foram higienizadas com álcool. Os eletrodos foram posicionados no pé direito com eletrodo distal na base do 2º dedo e o

proximal entre os maléolos medial e lateral; e na mão direita com eletrodo distal na base do 3º dedo e o eletrodo proximal coincidindo com o processo estilóide.

Figura 3. Ilustração do posicionamento para análise da composição corporal por bioimpedância elétrica.

4.6.3 Nível de lesão - apenas para GM

O nível de lesão neurológica foi obtido seguindo protocolo de Hoffer et al., 1973. Segundo este, foi solicitado ao voluntário que realizasse movimentação ativa dos grupos musculares e, considerando os grupos mais preservados foi estabelecida classificação: nível de lesão torácico, quando não apresentava movimentação ativa nos quadris ou abaixo destes; nível lombar alto, quando apresentava força flexora e adutora dos quadris, eventualmente extensoras dos joelhos; nível lombar baixo, quando apresentava função nos músculos psoas, adutores, quadríceps, flexores mediais dos joelhos, eventualmente tibial anterior e/ou glúteo médio; nível sacral, quando além da função dos músculos nos níveis anteriores, o voluntário apresentava função de flexão plantar e/ou extensora de quadris.

4.6.4 Nível de atividade física - apenas para GC (Anexo C)

O nível de atividade física foi obtido por meio da aplicação do Questionário Internacional de Nível de Atividade Física (IPAQ)- versão curta, o qual foi aplicado na forma

de entrevista ou respondido com auxílio do pesquisador. O IPAQ classifica o nível de atividade física em: Sedentário, não realizou nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana; Insuficientemente ativo, realiza atividade física por pelo menos 10 minutos por semana, porém insuficiente para ser classificado como ativo; Ativo, faz exercícios vigorosos três ou mais dias por semana/20 minutos por sessão, ou faz atividades moderadas ou caminhadas cinco dias ou mais por semana/30 minutos por sessão, ou faz caminhada mais atividade moderada, mais atividade vigorosa cinco dias ou mais por semana (somando 150 minutos por semana); Muito Ativo, faz atividades vigorosas mais de cinco dias por semana/20 minutos por sessão ou faz atividades vigorosas três dias por semana/20 minutos por sessão mais atividades moderadas ou caminhadas cinco dias na semana/30 minutos/sessão.

4.6.5 Classificação da maturação sexual (Anexo D)

A classificação da maturação sexual foi identificada mediante análise do índice de puberdade de Tanner (TANNER, 1962), o qual classifica a maturação sexual em 5 estágios: o estágio 1 corresponde à fase infantil ou impúbere; os estágios 2, 3 e 4 caracterizam o período púbere, e o estágio 5, a fase pós-puberal ou adulta. Para tanto, o voluntário recebeu, reservadamente, uma folha com figuras autoexplicativas e foi orientado a assinalar a figura que mais se assemelhava às suas características de desenvolvimento genital e pelos pubianos. Após as explicações preliminares, caso o voluntário não conseguisse identificar seu estágio de desenvolvimento, foi solicitado ao responsável acompanhante que o auxiliasse.

4.6.6 Força muscular isométrica de membros superiores

A força muscular de abdutores de ombro, flexores e extensores de cotovelo, foi quantificada utilizando dinamômetro Handheld (Lafayette[®], Indiana, EUA). Durante as mensurações, o dinamômetro foi posicionado perpendicular e distalmente ao segmento testado. Foram obtidas três medidas de cada membro, com intervalo para descanso de 20 segundos entre cada uma das medidas. Para análise de dados, foi considerada medida de maior valor, registrado na unidade de kilograma-força (Kgf). Para a avaliação dos grupos musculares citados anteriormente foram adotados os posicionamentos descritos a seguir:

- abdutores de ombro: criança ou adolescente em posição supina, ombro abduzido 45°, cotovelo flexionado a 90° e punho neutro e o dinamômetro foi

posicionado próximo ao epicôndilo lateral do úmero. (BEENAKKER et. al., 2001).

- flexores de cotovelo: criança ou adolescente em supino, cotovelo flexionado a 90°, ombro em posição neutra e antebraço em supino; o dinamômetro foi posicionado na região anterior do punho. (BEENAKKER et. al. 2001).
- extensores de cotovelo: criança ou adolescente em supino, cotovelo flexionado a 90°, ombro em posição neutra e antebraço em supino; o dinamômetro foi posicionado na região dorsal do punho. (BEENAKKER et. al., 2001).

4.6.7 Força de preensão palmar

A força de preensão palmar foi quantificada por meio do dinamômetro de Bulbo (North Coast-NC70154[®], UK). Foram obtidas três medidas de cada membro com intervalo para descanso de 10 segundos entre cada uma delas. Para análise de dados foi utilizada a média dos três valores coletados de cada membro de forma a representar a tensão isométrica máxima em Kgf. O voluntário foi posicionado sentado, com o cotovelo flexionado a 90° e o tronco alinhado, e sua mão permaneceu inteiramente em contato com o aparelho. A preensão palmar foi desenvolvida de forma contínua. O aparelho foi suportado pela fisioterapeuta, logo abaixo do mostrador, a fim de impedir queda acidental. O mostrador do dinamômetro permaneceu voltado para a fisioterapeuta, durante as aferições de medida, a fim de que o voluntário examinado não se preocupasse com o seu desempenho.

4.6.8 Teste cardiopulmonar/Teste Direto (TD)

A capacidade cardiopulmonar foi determinada pelo consumo pico de oxigênio (VO_{2pico}) em cicloergômetro de frenagem eletromagnética (KHL Elektroanlagen GmbH, München, Alemanha) adaptado para membros superiores e ergoespirômetro (Vmax SensorMedics, California, EUA). Os voluntários do GM permaneceram em suas próprias cadeiras de rodas fixados com cinto, e os voluntários do GC foram alocados em uma cadeira com um cinto na altura da pelve para aumentar a estabilidade. A altura do cicloergômetro foi ajustada de modo que as manivelas e o manúbrio esternal ficassem na mesma altura, e que o voluntário pudesse manivelar sem incômodo. O teste foi realizado em uma sala climatizada com ar condicionado, mantendo a temperatura ambiente em 22°C e umidade relativa do ar entre 50 e 70%, e supervisionado por um médico (cardiologista) e por uma fisioterapeuta. As tarefas foram divididas entre os pesquisadores de modo que cada um exercia sempre a mesma

função, anulando variações inter-examinadores. A capacidade cardiopulmonar foi medida num teste de esforço progressivo máximo. Os dados de repouso foram coletados por 2 minutos e durante o teste, a resistência foi aumentada a cada minuto com uma carga variável de 5W a 15W, de acordo com o nível de capacidade física do voluntário pelo médico cardiologista responsável pelo teste cardiopulmonar. O ritmo foi mantido em 60 rotações por minuto (rpm), garantindo que a duração total do teste para cada voluntário não passasse de 12 minutos, e um incentivo verbal era dado ao longo do ensaio. Após o teste o voluntário permaneceu em recuperação por 4 minutos. Foram obtidas as variáveis de FC durante todo o teste com eletrocardiograma de 12 derivações e a PA antes e no pico do esforço por esfigmomanômetro manual. Durante a averiguação da PA no pico do esforço, o voluntário soltava o braço esquerdo do cicloergômetro e continuava manivelando, em menor ritmo, apenas com o braço direito. O teste era finalizado quando o voluntário chegasse à exaustão ou quando diminuía 10rpm por mais de 10 segundos. A escala de esforço percebido de Borg modificada foi utilizada para percepção do esforço durante o teste (BORG, 1982).

Figura 4. Ilustração do teste cardiopulmonar em cicloergômetro de membros superiores

4.6.9. Teste Indireto (TI) apenas para GM

O teste indireto foi agendado no intervalo de 48 horas até 1 semana após a realização do teste cardiopulmonar (teste direto). O VO_{2max} estimado foi obtido a partir do protocolo de Franklin et al. (1990), no qual foi delimitado um retângulo com medidas de 25 x 15 metros (FRANKLIN et al., 1990). Neste retângulo, foram colocados cones em cada uma das extremidades e também a cada 2 metros de seus respectivos vértices, de maneira a se obter um perímetro total de 75,32m. Para a realização do teste, os voluntários deveriam percorrer a maior distância possível, em torno do retângulo delimitado portando suas respectivas cadeiras de rodas, no período de 12 minutos. Após a realização do teste, a distância percorrida em metros foi convertida em milhas e inserida na equação: $VO_{2max} = (D - 0,37) / 0,0337$ onde D = distância em milhas e VO_{2max} em $mL.kg^{-1}.min^{-1}$, para estimar VO_{2max} . Neste teste, os registros dos valores da FC foram tomados batimento a batimento por frequencímetro (POLAR S810i, Kempele, Finlândia), e a PA aferida antes e após o teste por esfigmomanômetro manual. A escala de esforço percebido de Borg modificada foi utilizada para percepção do esforço durante o teste.

Figura 5. Representação esquemática do circuito oval percorrido pelos cadeirantes no Teste Indireto

4.6.10 Teste de Função Autonômica Cardiovascular – VFC e VPA

O registro dos batimentos cardíacos correspondente à condição de repouso foi obtido após orientação aos responsáveis e às próprias crianças para que, 24 horas antes, estas não fizessem atividade física desportiva, não ingerissem substâncias estimulantes, como café, chá, chocolate e refrigerantes, e se preocupassem em ter uma boa noite de sono (no mínimo, com oito horas). Esse teste foi desenvolvido na chegada dos voluntários ao local de coleta de dados, nas condições de repouso. O registro teve 10 minutos e foi conduzido em ambiente tranquilo e silencioso em temperatura controlada entre 21° C e 23 °C, com o voluntário deitado sobre um divã, em posição supina, e nessas condições, o voluntário não podia conversar nem se mover. As análises da VPA e da VFC foram realizadas por meio de um software (*CardioSeries v2.1* – <http://sites.google.com/site/cardioseries>), desenvolvido no Departamento de Fisiologia da FMRP-USP (Universidade de São Paulo, Brasil). Os registros que se mantiveram dentro de uma relativa estacionariedade foram utilizados para análise. Os valores dos intervalos R-R (iRR) obtidos pelo eletrocardiograma (ECG; ADInstruments, Sidney, Austrália) e pressão arterial sistólica (PAS), obtidos pelo Finometer (Finapres Inc, Amsterdam, Holanda), foram reamostrados em 10 Hz (1 valor a cada 100 ms) por interpolação cúbica do tipo spline, para regularização do intervalo de tempo entre batimentos. As séries com valores interpolados do iRR e PAS foram divididas em segmentos com 512 pontos, com sobreposição de 50% de cada série (Protocolo de Welch). A estacionariedade dos valores dos iRR e PAS de cada segmento foi examinada visualmente e aqueles com artefatos ou transientes foram excluídos. Cada segmento estacionário dos iRR e PAS foi submetido à análise espectral pela Transformada Rápida de Fourier após janelamento do tipo Hanning. Os espectros dos iRR foram integrados em bandas de baixa (LF: 0,04 – 0,15 Hz) e alta frequência (HF: 0,15 – 0,5 Hz), enquanto que os espectros de PAS foram integrados somente na banda de baixa frequência (LF: 0,04 – 0,15 Hz). A média dos valores das potências dos espectros dos iRR, em ambas as bandas de frequência (LF e HF), foram utilizadas para expressar a potência de LF e HF dos iRR para cada voluntário. A potência relativa (%) dos espectros dos iRR, em cada banda de frequência, bem como a razão entre as potências de LF e HF (LF/HF) dos mesmos, foram determinadas. A média dos valores das potências dos espectros da PAS na banda de LF foi utilizada para expressar a potência de LF da VPA para cada voluntário.

4.6.11 Análise da Sensibilidade Barorreflexa Espontânea (SBRE)

Esta variável foi analisada nos trechos de 10 minutos, avaliada no domínio do tempo, por meio do método da sequência, utilizando o programa computacional *CardioSeries v2.1*, desenvolvido no Departamento de Fisiologia da FMRP-USP. Séries temporais, batimento-a-batimento, com valores dos iRR e PAS foram utilizados para análise da SBRE. Estes trechos foram analisados com intuito de encontrar sequências de quatro ou mais batimentos, nos quais aumentos progressivos da PAS foram acompanhados por aumentos progressivos dos iRR, ou reduções progressivas da PAS que foram acompanhadas por reduções progressivas dos iRR. Uma sequência barorreflexa somente foi utilizada quando o coeficiente de correlação (r) entre os valores de PAS e iRR foi maior ou igual a 0,85. A SBRE foi determinada a partir da média da inclinação da reta da regressão linear entre os valores de PAS e iRR de cada sequência encontrada.

4.7 Análise estatística

Inicialmente realizou-se uma análise exploratória e descritiva dos dados, com o objetivo básico de sumarizar os valores, organizando e descrevendo os dados de duas maneiras: por meio de tabelas com medidas descritivas e de gráficos. As variáveis contínuas foram expressas em termos de estatísticas descritivas básicas (média, mediana, desvio padrão entre outras), já as variáveis categóricas estão expressas em termos de frequência e percentual.

Para atingir os objetivos propostos utilizou-se Teste Exato de Fisher, para verificar a associação estatística das variáveis categóricas com os grupos de interesse. Teste t' de Student, no qual consiste em comparar duas médias provenientes de amostras não pareadas, com o intuito de determinar a significância entre o teste direto e teste indireto, assim como a significância entre a Variabilidade da frequência cardíaca e pressão arterial, e da Sensibilidade barorreflexa espontânea.

Com relação aos dados pareados para os grupos mielomeningoceles e controle, referentes ao teste cardiopulmonar, as diferenças foram obtidas utilizando modelos de regressão linear generalizados pois se trata de grupos pareados por algumas informações como idade, sexo, peso e/ou altura.

O coeficiente de correlação de Pearson (r), foi utilizado para mensurar a correlação entre as variáveis, ele quantifica a associação entre duas variáveis quantitativas. Este

coeficiente varia entre os valores -1 e 1. O valor 0 (zero) significa que não há relação linear, o valor 1 indica uma relação linear perfeita e o valor -1 também indica uma relação linear perfeita mas inversa, ou seja quando uma das variáveis aumenta a outra diminui. Quanto mais próximo estiver de 1 ou -1, mais forte é a associação linear entre as duas variáveis.

Nestas análises considerou-se um nível de significância de 5% e os resultados foram obtidos com o auxílio do *software* SAS® (versão 9.2) e os gráficos foram construídos no R (Versão 3.1).

Resultados

5 RESULTADOS

5.1 Características clínicas da amostra

As características clínicas dos 22 voluntários, 11 do grupo mielomeningocele (GM) e 11 do grupo controle (GC) encontram-se na Tabela 2. Análise estatística indicou que não houve diferença significativa entre os grupos com relação à idade, massa corporal e estatura ($p = 1,0$; $p = 0,7$; $p = 0,9$; respectivamente). De acordo com os valores normativos apresentados pela *World Health Organization (WHO)* para índice de massa corporal (IMC) relacionado à idade, 2 voluntários do GM foram classificados com magreza severa; 3 voluntários apresentaram-se dentro dos padrões de normalidade; 2 apresentaram sobrepeso; e 4 apresentaram obesidade. Já no GC, 1 voluntário foi classificado como magro, 6 voluntários apresentaram-se dentro dos padrões de normalidade; e 4 com sobrepeso. O GM apresentou valores menores de massa magra, porém não significativo ($p = 0,56$) e valores significativos maiores de massa gorda em relação ao GC ($p \leq 0,05$). Com relação às variáveis qualitativas, observou-se maior exposição do gênero masculino (72,7%). Com relação à escala maturacional, 18,2% caracterizou-se no estágio “infantil” e 81,8% no estágio “púbere” para os dois grupos. Sobre a exposição de nível de lesão dos voluntários do GM, 63,6% apresentaram lesão medular baixa e 33,4% apresentaram lesão medular alta (Tabela 2).

Tabela 2: Descrição das características clínicas individuais, média(DP) dos voluntários dos grupos Mielomeningocele e Controle.

		Idade/Sexo	Massa Corporal (kg)	Estatura (cm)	IMC	Massa magra (kg)	Massa gorda (kg)	Maturação	Nível Lesão
Grupo Mielomeningocele (n = 11)	A	8/M	31,5	140	16,1	21,9	9,6	G1P1	S
	B	8/F	23,7	129	14,2	16,6	7,1	M1P1	S
	C	10/M	43,6	140	22,3	27,5	16,1	G1P2	T
	D	11/M	55,5	157	22,5	34,9	20,6	G3P3	T
	E	11/F	43,2	153	18,4	28,7	14,5	M4P4	S
	F	12/M	28,2	154	11,9	22,7	5,5	G4P4	LA
	G	12/F	49,4	139	25,6	30,5	18,9	M3P3	LB
	H	14/M	31,6	158	12,7	25,1	6,5	G3P4	T
	I	14/M	73,5	178	23,2	47,8	25,7	G4P4	S
	J	14/M	86,6	168	30,7	61,4	25,2	G4P4	LB
	K	15/M	84,5	172	28,6	53,5	31	G4P3	S
	Média(DP)	11,7(2,4)	50,1(22,4)	153(15,3)	20,5(6,3)	33,6(14,3)	16,4(8,6)*	-	-
Grupo Controle (n = 11)	A'	8/M	31	139	16,0	24	7	G2P1	-
	B'	8/F	24	123	15,8	20,6	3,4	M1P1	-
	C'	10/M	45	144	21,7	31,4	11,1	G2P2	-
	D'	11/M	40,2	151	17,6	30,2	10	G2P2	-
	E'	11/F	44,6	153	19,0	33,4	11,2	M3P3	-
	F'	12/M	29,9	144	14,4	25,4	4,6	G2P3	-
	G'	12/F	52,5	153	22,4	37,3	15,2	M3P3	-
	H'	14/M	64,1	177	20,4	53,7	10,4	G4P4	-
	I'	14/M	72,4	172	24,4	57,9	14,8	G3P3	-
	J'	14/M	70	166	25,4	55,6	14,4	G4P4	-
	K'	15/M	48,5	163	18,2	38,7	9,8	G4P4	-
	Média(DP)	11,7(2,4)	47,4(16,2)	153(15,7)	19,6(3,6)	37,1(13,1)	10,1(3,9)	-	-

Legenda: A – K: voluntários grupo Mielomeningocele (GM); A' – K': voluntários grupo Controle (GC); M: masculino; F: feminino; Maturação (G: genitália; P: pelos; M: mamas); Nível de lesão (S: sacral; T: torácica; LA: lombar alto; LB: lombar baixo); *p ≤ 0,05 GM vs. GC.

5.2 Força muscular isométrica

A análise estatística da força de preensão palmar, assim como a força muscular isométrica dos abdutores de ombro, flexores e extensores de cotovelo não indicou diferença entre os grupos GM e GC e nem mesmo entre os lados direito e esquerdo ($p > 0,05$; Figura 6 e 7).

Figura 6. *Boxplot* dos valores de força de preensão palmar em Quilograma-força (Kgf) dos grupos Controle (GC) e Mielomeningocele (GM) de ambos os lados (direito e esquerdo); Teste t' de Student $p > 0,05$ GM vs. GC.

Figura 7. *Boxplot* dos valores de força muscular isométrica em quilograma-força (Kgf) dos músculos abdutores de ombro, flexores e extensores de cotovelo dos grupos Controle (GC) e Mielomeningocele (GM) de ambos os lados (direito e esquerdo); Teste t' Student $p > 0,05$ GM vs. GC.

5.3 Teste cardiopulmonar – Teste Direto

Na Tabela 3 são apresentados os dados do teste cardiopulmonar. Pode ser observada diferença significativa entre os grupos para as variáveis de consumo de oxigênio em valor absoluto ($\text{VO}_2 \text{ L.min}^{-1}$) e relativo ($\text{VO}_2 \text{ mL.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), a razão de trocas respiratórias (RER) e pulso de oxigênio (VO_2/FC) ($p \leq 0,05$). Não foi observada diferença significativa para as variáveis, tempo de duração do teste, potência pico (W), ventilação pulmonar (VE) e índice de esforço percebido de Borg ($p > 0,05$) (BORG, 1982).

Tabela 3: Dados obtidos no pico do esforço do teste cardiopulmonar em cicloergômetro de membros superiores dos grupos Mielomeningoceles e Controle

		Tempo (min)	Potência (W)	VO₂ mL.Kg⁻¹.min⁻¹	VO₂ L.min⁻¹	RER	VO₂/FC mL/bpm	VE L/min	Esforço percebido
Grupo Mielomeningocele	Média	6,6	66,3	19,8	1,0	1,15	5,5	41,7	6
	DP	2,6	43,6	3,7	0,4	0,13	2,3	13,4	2
	Mínimo	3,6	20,0	13,3	0,5	1,00	3,3	22,8	3
	Máximo	11	150	25,3	1,8	1,40	10,3	72,2	9
Grupo Controle	Média	6,2	63,6	31,5	1,5	1,00	9,5	43,4	5
	DP	0,9	29,0	9,6	0,8	0,09	4,6	16,0	1,3
	Mínimo	5,1	25	20,1	0,6	0,86	3,7	22,9	3
	Máximo	7,6	105	46,1	3,2	1,16	20,3	89,7	8
<i>p</i> valor		0,70	0,75	0,001*	0,04*	0,004*	0,004*	0,78	0.27

Legenda: VO₂: consumo de oxigênio relativo; RER: equivalentes respiratórios; VO₂/FC: pulso de oxigênio; VE: ventilação pulmonar; Teste Exato de Fisher *p ≤ 0,05 GM vs. GC.

5.3.1 Análise da Frequência cardíaca e Pressão arterial no teste cardiopulmonar

Análise dos dados da frequência cardíaca de repouso indicou diferença significativa do GM em relação ao GC, 20% maior para o primeiro grupo ($p = 0,01$). A pressão arterial diastólica também mostrou-se significativamente diferente entre GM e GC, 9% maior para o GM ($p = 0,03$). Porém, não foi observada diferença significativa entre os grupos com relação aos valores de PAS em repouso ($p = 0,24$). O GM também apresentou elevados valores de FC, PAD e PAS no pico do esforço, tendo sido observada diferença significativa entre os grupos ($p = 0,02$; $p = 0,02$; e $p = 0,05$; respectivamente – Figura 8).

Figura 8. Boxplot dos valores de frequência cardíaca (FC), pressão arterial diastólica (PAD) e pressão arterial sistólica (PAS) no repouso e pico do teste cardiopulmonar dos grupos Controle (GC) e Mielomeningocele (GM); Teste Exato de Fisher $*p \leq 0,05$ GM vs. GC.

A Figura 9 apresenta os valores do consumo de oxigênio no pico do esforço. Nota-se que houve diferença significativa entre os grupos ($p = 0,04$), em valores absolutos, o GC apresentou incremento de $0,5 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ em relação ao GM. Os dados dos valores relativos também indicaram diferença significativa entre os grupos ($p = 0,001$), tendo o GM apresentado um decremento do $\text{VO}_{2\text{pico}}$ de 37% em relação ao GC.

Figura 9. Boxplot do consumo de oxigênio relativo (VO_{2pico} mL.Kg⁻¹.min⁻¹) e absoluto (VO_{2pico} L.min⁻¹) dos grupos Controle (GC) e Mielomeningocele (GM); Teste Exato de Fisher * $p \leq 0,05$ GM vs. GC.

5.3.2 Correlação entre variáveis antropométricas, composição corporal e força muscular isométrica com $\text{VO}_{2\text{pico}}$.

Primeiramente foi analisada a associação estatística entre lado dominante e não dominante, não apresentando diferença significativa ($p > 0,05$). Dessa forma, optou-se em demonstrar os dados de força muscular referente ao lado dominante. O consumo absoluto de oxigênio teve relação positiva significativa com idade, peso, altura, IMC, massa magra e força muscular isométrica dos abdutores de ombro, flexores de cotovelo e preensão palmar ($p \leq 0,05$ – Tabela 4). A análise de correlação utilizando o valor relativo de $\text{VO}_{2\text{pico}}$ ($\text{mL.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) não foi significativo para as variáveis analisadas ($p > 0,05$).

Tabela 4: Correlação (r) entre variáveis antropométricas, composição corporal e força muscular isométrica com $\text{VO}_{2\text{pico}}$.

	$\text{VO}_{2\text{pico}}$ (L.min^{-1})	<i>p</i> valor
Idade	0,60	0.002*
Peso	0,63	0.001*
Altura	0,65	0.0009*
IMC	0,48	0.02*
Massa Magra	0,77	< 0.001*
Massa Gorda	0,24	0.28
FM abdutores ombro	0,42	0.04*
FM flexores de cotovelo	0,50	0.01*
FM extensores de cotovelo	0,27	0.21
FM preensão palmar	0,72	0.0001*

Legenda: IMC: índice de massa corporal; FM: força muscular isométrica; * $p \leq 0,05$ GM vs. GC.

5.4 Teste Direto vs. Teste Indireto

Embora no teste cardiopulmonar, ficasse estabelecido a utilização do termo $VO_{2\text{pico}}$ para determinar o valor máximo de consumo de oxigênio atingido pelos voluntários, nessa parte do estudo, foi adotado apresentar os dados de consumo máximo de oxigênio da mesma forma que os autores do protocolo indireto (Franklin et al, 1990), os quais referem $VO_{2\text{max}}$.

Onze (11) voluntários realizaram o teste direto (TD) e dez (10) realizaram o teste indireto (TI) (um voluntário não compareceu nesse teste). Dos dez voluntários que realizaram os dois testes, seis deles não conseguiram completar o TI (os voluntários relataram fadiga em membros superiores para impulsionar a cadeira de rodas), interrompendo o TI anteriormente à conclusão dos 12 minutos. Consequentemente, o valor do $VO_{2\text{max}}$ no TI não pode ser estimado para esses seis voluntários (Tabela 5).

Tabela 5: Dados do tempo e distância percorridos e aplicação da fórmula para estimar $VO_{2\text{max}}$ nos voluntários do Grupo Mielomeningocele (GM) durante o Teste Indireto.

n = 10	Tempo percorrido (min)	Distância (milhas)	$VO_{2\text{max}} = (D - 0,370)/0,0337$ (mL.Kg⁻¹.min⁻¹)
A	12	0,66	8,61
B	4	0,24	-
C	12	0,61	7,12
D	7	0,46	-
E	12	0,52	4,45
F	6	0,23	-
G	2	0,07	-
H	5	0,22	-
I	6	0,51	-
K	12	0,62	7,42

Legenda: A-K: voluntários; D: distância em milhas;

Os valores de $VO_{2\text{max}}$ obtidos no TD e TI estão apresentados na Figura 10. Considerando os valores dos quatro voluntários que concluíram os dois testes, o valor médio (DP) do $VO_{2\text{max}}$ atingido no TD foi de 18,5(5) mL.Kg⁻¹.min⁻¹ e no TI de 6,8 (1,7) mL.Kg⁻¹.min⁻¹, indicando diferença estatística significativa entre eles ($p \leq 0,05$). Ainda, pode ser observado que os valores de $VO_{2\text{max}}$ foram maiores no TD em comparação com o TI, sofrendo uma variação de 24 à 56%.

Figura 10. Comparação entre os valores de VO_{2max} atingidos no Teste Direto e no Teste Indireto para cada voluntário do Grupo Mielomeningoceles (GM).

A análise do comportamento da FC e PA em repouso e no pico da exaustão durante os dois testes está representada na Figura 11. Os valores de FC de repouso e FC pico não evidenciaram diferença estatística significativa entre os testes ($p = 0,28$ e $p = 0,43$; respectivamente). Assim como a PAS de repouso e pico e a PAD de pico também não diferenciou-se estatisticamente entre os testes ($p = 0,14$; $p = 0,10$; e $p = 0,15$; respectivamente). Porém a PAD de repouso mostrou diferença significativa com $p = 0,0006$.

Figura 11. Boxplot dos valores de frequência cardíaca (FC), pressão arterial diastólica (PAD), e pressão arterial sistólica (PAS) no repouso e no pico do esforço durante Teste Direto (TD) e Teste Indireto (TI) dos voluntários do Grupo Mielomeningocele (GM); Teste t de Student $*p \leq 0,05$ TD vs. TI.

5.5 Testes para análise da função autonômica cardiovascular

Nesta etapa do estudo, o equipamento não captou a variabilidade da pressão arterial de 2 voluntários do GM, tendo sido excluído seus dados e respectivamente os dados de seus controles pareados. A Tabela 6 representa os dados da análise espectral da variabilidade da frequência cardíaca (VFC - Figura 12) e da variabilidade da pressão arterial (VPA - Figura 13), e a análise da sensibilidade barorreflexa espontânea (SBRE - Figura 14). Observa-se que com relação aos parâmetros espectrais, houve diferença estatística significativa entre os grupos apenas para baixa frequência na VPA. E, na análise da sensibilidade barorreflexa espontânea, o GM apresentou uma diminuição em comparação ao GC, com diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$).

Tabela 6: Parâmetros espectrais basais, calculados das séries temporais dos intervalos R-R (iRR), e Sensibilidade barorreflexa espontânea, dos voluntários dos grupos Mielomeningoceles e Controle, obtidos na posição supina.

	Grupo Controle (n=9)	Grupo Mielomeningoceles (n=9)	p valor
Parâmetros Espectrais			
VFC			
Variância, ms ²	5659,31(3692)	3484,04(1459,3)	0,09
LF, ms ²	1774,97(1324,7)	963,46(467,7)	0,08
LF, un	52(5,4)	50,11(11,5)	0,62
HF, ms ²	1424,81(835,7)	1039,10(725,7)	0,27
HF, un	48(5,4)	49,89(11,5)	0,62
LF/HF	1,11(0,2)	1,10(0,5)	0,95
VPA			
Variância, mmHg ²	24,87(9)	17,03(12,1)	0,10
LF, mmHg ²	10,07(4,4)	5,84(3,9)	0,03*
HF, mmHg ²	3,99(3,2)	4,5(2,5)	0,69
Sensibilidade Barorreflexa			
Bradycardia, ms/mmHg	15,24(3,8)	11,45(3,2)	0,02*
Taquicardia, ms/mmHg	15,85(2,6)	12,98(2,7)	0,02*
Ganho Total	16,64(4,8)	12,21(2,8)	0,01*

Legenda: Os valores estão expressos em média (DP). LF: baixa frequência; HF: alta frequência; un: unidades normalizadas; ms: milissegundos; mmHg: milímetros de mercúrio. Teste *t* de Student * $p \leq 0,05$ GM vs. GC.

Figura 12. Parâmetros espectrais basais, calculados das séries temporais dos intervalos R-R (iRR), dos voluntários dos grupos Controle (GC) e Mielomeningocele (GM), obtidos na posição supina. LF: baixa frequência; HF: alta frequência; ms: milissegundos; un: unidades normalizadas; mmHg: milímetros de mercúrio.

Figura 13. Parâmetros espectrais basais, calculados das séries temporais da pressão arterial sistólica (PAS), dos voluntários dos grupos Controle (GC) e Mielomeningocele (GM), obtidos na posição supina. LF: baixa frequência; mmHg: milímetros de mercúrio. Teste t' de Student $*p \leq 0,05$.

Figura 14. Sensibilidade barorreflexa espontânea obtida dos voluntários dos grupos Controle (GC) e Mielomeningocele (GM), utilizando o método da sequência. Unidade de medida: ms: milissegundos; mmHg: milímetros de mercúrio. Teste t' de Student $*p \leq 0,05$.

Discussão

6 DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo indicaram que crianças e adolescentes com mielomeningocele tem a capacidade cardiopulmonar diminuída em relação ao seu par. Como o padrão ouro para detectar a capacidade cardiopulmonar requer especificidades que limitam sua ampla utilização clínica, a proposta de um teste indireto ficou limitada pela resposta inconsistente dos voluntários cadeirantes (60% não concluíram o teste indireto). Da análise autonômica cardiovascular, pode ser observada redução da sensibilidade barorreflexa para os voluntários com mielomeningocele em relação aos valores controle.

6.1 Características clínicas da amostra

Os voluntários do presente estudo, que incluem grupo mielomeningocele e grupo controle, compuseram um grupo geral homogêneo. Observa-se que os valores médios das características antropométricas dos grupos não foram diferentes, tendo sido obedecido os critérios de inclusão de tais voluntários no estudo. Análise das variáveis antropométricas do grupo mielomeningocele (GM) indicou tendência ao sobrepeso e obesidade, dados que corroboram com a maioria dos estudos que abordam defeitos do tubo neural (GROGAN; EKVALL, 1999; SHEPHERD, 1996). O sobrepeso e a obesidade estão relacionados ao menor gasto energético, em função da inatividade dos grandes grupos musculares dos membros inferiores (WINNICK, 2004; LITTLEWOOD et al., 2003). Por outro lado, dois voluntários apresentaram magreza severa, esse achado pode ser justificado pela escolha em fazer o cálculo do IMC pela medida da envergadura, que segundo De Lucia et al., (2002), pode superestimar a desnutrição. Ainda assim, Belt-Niedbala et al., (1986) defendem que o comprimento do braço (envergadura) representa uma medida alternativa do crescimento de crianças com mielomeningocele, uma vez que o valor real da altura é comprometido em função das alterações ortopédicas causadas pela doença de base. Como observado no presente estudo, a composição corporal tende a correlacionar-se positivamente com a capacidade cardiopulmonar; neste, o GM, que apresentava menor índice de massa magra que o GC, também apresentou menor $VO_{2\text{pico}}$. Este fato indica que as pessoas com mais massa corporal

livre de gordura tem maiores valores de $VO_{2\text{pico}}$. (UNNITHAN; HOUSER; FERNHALL, 2006).

Com relação ao nível de lesão neurológica do GM, esperava-se que os voluntários apresentassem nível de lesão medular alto por serem exclusivamente cadeirantes. Porém, somente 36% dos voluntários desse estudo foram caracterizados com nível de lesão medular alta. Parece que a baixa aptidão física associada ao sobrepeso, obesidade e aumento do gasto energético, favorece a fadigabilidade e desconforto e, conseqüentemente, a hipoatividade como hábito de vida, induzindo ao uso precoce de cadeira de rodas (AGRE et al., 1987; SHERMAN et al., 1997). O número limitado de voluntários cadeirantes não permitiu que fossem criados subgrupos para os níveis de lesão medular.

6.2 Força muscular isométrica

Era esperado que os voluntários do GM apresentassem força isométrica de membros superiores maiores que os voluntários não cadeirantes. Acreditava-se que a demanda dos grupos musculares envolvidos na locomoção (impulsionando a cadeira de rodas), transferências e demais atividades de vida diária (AVD's) determinasse maior força muscular de membros superiores. Porém, este fato não foi constatado nas variáveis analisadas das crianças e adolescentes que compuseram este estudo. Na verdade, durante a condução deste estudo, pode ser observado que tais voluntários eram muito dependentes de seus pais e cuidadores, desde a condução da cadeira de rodas até mesmo durante os procedimentos de transferência e mínimas atividades de despir-se e/ou vestir-se. Destaca-se ainda que, o GC foi constituído por voluntários que, pelo questionário IPAQ, foram classificados como “não ativos”. Talvez, por essa razão, o desempenho de força isométrica dos grupos musculares estudados não tenha apresentado diferença significativa entre o GC e GM. No estudo de Buffart et al., (2008), níveis mais baixos de força de preensão palmar foram encontrados em indivíduos com espinha bífida, independentemente do status ambulatorial. Este é um resultado importante, pois, os segmentos da extremidade superior são essenciais para o desenvolvimento de AVD's de forma independente, e a força de preensão é um poderoso preditor de incapacidade e morbidade (SYDDALL et al., 2003). Dessa forma, o treinamento de força dos membros superiores não pode ser amenizado na rotina terapêutica dos indivíduos com mielomeningocele, pois um dos principais motivos da diminuição da força muscular é o desuso, causando descondicionamento, deterioração funcional e dependência física.

Por outro lado, a força muscular dos voluntários do GM apresentou correlação positiva com $VO_{2\text{pico}}$, principalmente a força de preensão palmar. Janssen et al., (1993), afirmam que o treinamento de força aumenta a massa muscular, o que contribui para uma maior metabolização, aumentando o $VO_{2\text{pico}}$. Embora o estudo transversal não permita analisar o efeito do treinamento de força muscular sobre o $VO_{2\text{pico}}$, a positiva correlação entre força isométrica e $VO_{2\text{pico}}$ permite especular que um treinamento de força muscular em crianças cadeirantes com mielomeningocele poderá favorecer o incremento da capacidade cardiopulmonar.

6.3 Teste Cardiopulmonar – Teste Direto

Durante a execução do teste cardiopulmonar, o consumo de oxigênio frente ao exercício progressivo segue uma linearidade até determinado ponto, onde incrementos na intensidade não provocam mais aumento na curva de oxigênio, o que é chamado de platô. Armstrong e Welsman (1994) interpretaram testes cardiopulmonares de crianças e concluíram que 30 – 50% delas não alcançavam um platô, por não terem mecanismos necessários para gerar energia anaeróbica suficiente de forma a permitir-lhes continuar além dos limites do metabolismo aeróbio. Esse fato foi evidenciado no atual estudo e, portanto, ficou estabelecido que o ponto mais alto do VO_2 alcançado no teste incremental fosse determinado como pico de VO_2 . Vale ressaltar que, a grande variabilidade nas respostas fisiológicas das crianças no exercício incremental exclui a recomendação de critérios fixados para a definição de esforço máximo. Na ausência de um platô de $VO_{2\text{max}}$ é convencional solicitar a confirmação de esforço máximo por critérios secundários recomendados com base na estabilização da FC, alto RER, lactato sanguíneo ou esforço percebido (BORG, 1982). No atual estudo, a definição do alcance do esforço máximo, foi muito discutido entre os avaliadores, pois por se tratar de exercício de membros superiores, os voluntários interrompiam o teste por fadiga periférica, algumas vezes, antes de ocorrer a alta do RER ou estabilização da FC. O lactato sanguíneo, não é comumente orientado coletar, por se tratar de modo invasivo em crianças. Restando então o esforço percebido na escala de Borg, ficamos com dúvida sobre a veracidade da pontuação fornecida, pois por se tratar de crianças, eles expressavam resistência ao indicar o “nível de cansaço”, podendo estar subestimando os reais valores (BORG, 1982).

Alternativamente, para analisar se o esforço máximo foi efetivamente alcançado nos testes, poderiam ser utilizadas equações de predição de consumo máximo de oxigênio, limiar

anaeróbio (AT), ou frequência cardíaca máxima (FC_{max}), propostas pela ACSM (PESCATELLO, 2014). Porém, poucos estudos fornecem esses dados preditivos para crianças, e sob nosso maior conhecimento, estudos que propuseram utilizá-los, concluíram não ser totalmente confiáveis, devido ao erro padrão apresentado (HUI; CHAN, 2006; MAHON et al., 2010). Ainda, não há relato de equações preditivas para esforço máximo progressivo em cicloergômetro de membro superior para crianças com desuso. Mesmo sabendo que equações preditivas não se aplicam a toda população, deve-se levar em consideração fatores individuais.

Utilizando a equação preditiva de FC_{max} que melhor se aplica às crianças saudáveis ($FC_{max} = 208 - 0,7 * idade$) (TANAKA; MONAHAN; SEALS, 2001), pode-se considerar que os voluntários do atual estudo atingiram a FC_{max} no teste ergoespirométrico mesmo interrompendo precocemente o teste por fadiga muscular periférica (MILES; COX; BOMZE, 1989). Deve ser lembrado que limitações inerentes da menor massa muscular envolvida para realização do teste em cicloergômetro de membro superior exige menor demanda de O_2 e de nutrientes, o que resulta em um valor cerca de 20 a 30% menor de pico de VO_2 , e consequentemente de FC.

O consumo máximo de oxigênio em um exercício progressivo pode ser expresso de duas formas: em termos relativos à massa corporal ($mL.Kg^{-1}.min^{-1}$) mais comumente utilizado para comparações, e em valores absolutos ($L.min$). Como foi possível observar no atual estudo, apesar das duas formas terem apresentado diferença estatística significativa entre os grupos, quando o consumo de oxigênio foi expresso em termos relativos, a diferença foi muito maior, possivelmente devido ao maior valor de massa gorda dos voluntários do GM. Rowland (2008) defende que o termo absoluto, o qual exclui a influência da massa corporal e a necessidade de pareamento por maturação sexual, é melhor utilizado em crianças e adolescentes. Malina et al., 2004, ressaltam ainda que, a influência da maturação sexual e do estirão de crescimento determinam aumento do tamanho pulmonar e do tamanho do coração alterando, portanto, os componentes ventilatórios e cardiovasculares das crianças. Miles et al, (1989) também consideram que a interpretação dos resultados de consumo de oxigênio em valores relativos em pessoas com atrofia, que é o caso dos voluntários do GM, deva ser feito com muita cautela, uma vez que pode haver superestimação dos valores.

O menor consumo de oxigênio e menor pulso de O_2 apresentado pelo GM em comparação ao GC podem ter sido influenciados por diversos fatores. Denadai (1999) afirma que o VO_{2max} é influenciado por comandos centrais e periféricos que influenciam tanto o débito cardíaco (DC) como a diferença arteriovenosa de oxigênio. O pulso de oxigênio é a

análise da relação do VO_2 com a FC durante o exercício incremental (VO_2/FC). Como o VO_2 é diretamente proporcional ao DC multiplicado pela diferença artério-venosa de oxigênio, pode ser considerado que essa diferença artério-venosa se eleva hiperbolicamente sem grandes desvios e que o VO_2 também se torna dependente do DC, na ausência de doenças como anemia, hemoglobinopatias, doenças pulmonares hipoxêmicas, cardiopatias com “shunt”, entre outras. Alguns indivíduos com lesão torácica alta (acima de T6) apresentam distúrbios para a inervação simpática. Dessa forma, pode haver completa interrupção de informações ao coração causando redução do DC e talvez, justificando valores reduzidos apresentados pelos voluntários do GM (SAMPAIO et. al, 2001). Ainda, Sherman et al. (1997), analisaram a função pulmonar e a capacidade de praticar exercícios em crianças com mielomeningocele. Os autores observaram que, em sua maioria, as crianças apresentavam doença pulmonar restritiva e fraqueza muscular respiratória secundária a cifoescoliose (que reduz a complacência do pulmão e força respiratória). Então, é possível inferir que fatores relacionados à função pulmonar podem ter influenciado os resultados do presente estudo. Em consideração ao disposto, nosso grupo de pesquisa tem realizado exames pulmonares específicos nesses voluntários, os quais se encontram em fase de coleta de dados.

6.3.1 Frequência cardíaca, Pressão arterial diastólica e Pressão arterial sistólica no repouso e pico do teste cardiopulmonar

Ao realizar a análise dos parâmetros em repouso da FC e PA, foi visto que o GM partiu de um repouso com maiores valores de FC e PAD, e finalizaram o teste com altos índices de FC, PAD e PAS quando comparados ao seu par saudável, que pode ser explicado devido à hipocinesia no paraplégico, no qual o DC é diminuído em razão da deficiência das bombas musculares inferiores, assim, ocorre uma diminuição do volume sistólico o que explica o aumento da FC. (Sampaio et al., 2001).

6.4 Teste Direto vs. Teste Indireto

Análise do consumo de oxigênio pelo TD indicou valores médios (DP) de $\text{VO}_{2\text{max}}$ de $19,8(3,7) \text{ mL.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, semelhantes aos valores encontrados na literatura, que analisaram o $\text{VO}_{2\text{max}}$ de crianças e adolescentes com mielomeningocele em teste cardiopulmonar de membros superiores (BUFFART et. al. 2009; VAN DEN BERG-EMONS et. al., 2003;

WIDMAN et. al., 2007). Porém, com o objetivo de comparar o consumo de oxigênio pelo TD com o valor estimado no TI, é possível indicar que os valores de VO_{2max} no TI subestimaram os valores diretos obtidos no teste cardiopulmonar. Estes achados são contrários aos apresentados na literatura, os quais demonstraram boa correlação entre os testes, obtendo valores de VO_{2max} correspondentes em ambos testes (FRANKLIN et. al. 1990; VANDERTHOMMEN et. al. 2002; VINET et. al. 2002). Duas justificativas podem ser hipotetizadas: (1) os estudos que obtiveram correlação positiva entre os testes foram conduzidos em atletas adultos e paraplégicos com diferentes etiologias, que treinavam regularmente e utilizavam a cadeira de rodas própria para jogos; (2) fatores intrínsecos relacionados à cadeira de rodas dos voluntários como a resistência ao rolamento, peso, tamanho do aro da roda, bem como os parâmetros da técnica de propulsão e variáveis fisiológicas, possivelmente, foram os responsáveis pelos menores valores de VO_2 obtidos no teste indireto. Portanto, considerando as limitações intrínsecas apontadas neste estudo, a fórmula proposta por Franklin et al., (1990), não se aplica à população sedentária de crianças e adolescentes cadeirantes com MMC. Talvez, o teste indireto utilizado neste estudo tenha sido responsável pelos resultados negativos obtidos nos 6 voluntários que não conseguiram finalizar a tarefa. Novos estudos necessitam ser realizados, preferencialmente, utilizando-se testes que possam ser desenvolvidos com baixo tempo de duração de forma a manter a criança e o adolescente motivados ao longo do procedimento, evitando a desistência precoce por desinteresse ou sensação de cansaço, quando ocorre acúmulo de ácido lático nos músculos antes de se atingir o consumo máximo de oxigênio.

A partir da classificação estabelecida por Franklin et al., (1990) para capacidade cardiopulmonar, no GM, um voluntário foi classificado com condicionamento físico abaixo da média e os demais, com pobre condicionamento físico. Sabendo-se que, níveis moderados e elevados de aptidão cardiopulmonar têm sido associados a um menor risco de mortalidade, o aumento da resistência cardiopulmonar com um programa de exercícios específicos pode favorecer a aptidão cardiopulmonar nessa população, diminuindo esse risco e outras comorbidades (LEE et. al., 2010).

Os valores de FC de repouso e no pico do esforço, obtidos durante o TD e TI, não demonstraram diferença estatística. Tais resultados parecem indicar que, independente do fato dos voluntários terem completado o teste indireto em 12 minutos, quando o voluntário solicitava a interrupção do mesmo, indicando exaustão, a FC_{max} apresentada pelo voluntário nesse momento, não era significativamente diferente dos valores máximos estabelecidos pelo TD. Esse fato indica que o TI utilizado no presente estudo, mesmo que considerado não ideal

para estimar o $\text{VO}_{2\text{max}}$ nesta população, representa um teste de esforço máximo para a população estudada.

6.5 Função autonômica cardiovascular

Ainda que não tenha sido encontrada qualquer alteração na modulação autonômica cardiovascular, avaliada por meio de análise espectral da VFC, o atual estudo mostra pela primeira vez na literatura que crianças e adolescentes com mielomeningocele apresentam uma redução significativa na sensibilidade barorreflexa cardíaca. O impacto desta alteração numa condição de repouso, no entanto, não foi capaz de promover alterações na VFC do GM em relação ao GC. Ainda que os mecanismos não sejam conhecidos, uma redução da sensibilidade barorreflexa poderia provocar um aumento do risco cardiovascular nestes voluntários, como tem sido descrito em outras condições cardiovasculares (LA ROVERE et al., 1998). De acordo com Forjaz et. al., (1998), a redução da SBRE, é um fator de risco independente para a morte súbita que se segue ao infarto agudo do miocárdio, e em decorrência principalmente de disfunção do sistema nervoso autônomo.

Por outro lado, em relação à variabilidade da pressão arterial sistêmica, foi observada significativa redução das oscilações LF da pressão arterial no GM em relação ao GC, as quais estão associadas a uma modulação simpática vasomotora, embora as oscilações LF tenham dominado às HF no GM, a diminuição das oscilações LF entre os grupos sugere que em crianças e adolescentes com mielomeningocele uma possível hipomodulação simpática vasomotora possa estar presente. Este achado é também inédito e sugestivo de uma diminuição na ação simpática nos vasos periféricos. Estudos recentes, relatam a redução do ganho do barorreflexo seguida de aumento do LF na VPA em crianças hipertensas, também em crianças com início de diabetes tipo 1 e em crianças sedentárias obesas (DANGARDT et. al. 2011; GENOVESI et. al. 2008; LATCHMAN et. al., 2011; LUCINI et. al., 2009). Considerando que os voluntários do GM compuseram um grupo de crianças com maior exposição ao sobrepeso e obesidade, os dados do atual estudo diferem da literatura, que indicam hiporresponsividade autonômica cardiovascular em crianças obesas quando comparados aos não obesos (LAEDERACH-HOFMANN, et. al., 2000; BRUNETTO et. al., 2005; PICCIRILLO et. al., 1996).

A sensibilidade barorreflexa espontânea além de ser uma excelente medida da função autonômica, é um importante preditor de risco cardiovascular, por detectar prejuízo no

controle reflexo da circulação comandado pelos pressorreceptores (LA ROVERE et al.,1998). Estes receptores são sensíveis às variações de volume de sangue, onde uma queda do volume, aumenta a frequência cardíaca. É bem conhecido que os pressorreceptores arteriais exercem um controle refinado sobre a pressão arterial a cada batimento cardíaco, durante aumentos da pressão arterial, nervos aferentes que compõem o sistema barorreflexo são estimulados e estes, por sua vez, se projetam no núcleo trato solitário, desencadeando bradicardia reflexa e vasodilatação periférica. Ao contrário, durante queda da pressão arterial, a estimulação dessas aferências sobre o núcleo trato solitário diminui, provocando taquicardia reflexa e vasoconstrição periférica, na tentativa de normalizar a pressão arterial. Dietrich et. al., (2005), avaliaram a SBRE de 1868 pré-adolescente alemães de 10–13 anos de idade, na posição supina, encontraram valor igual a 15.3(9.1) ms/mmHg, corroborando com os valores encontrados pelo grupo GC do atual estudo e confirmando a diminuição da SBRE no GM (12,1ms/mmHg). Hipotetiza-se que o fato dos voluntários do GM serem menos ativos e ter menos experiências de trocas posturais devido a mobilidade reduzida pelo uso da cadeira de rodas em relação aos seus controles, possa resultar em menor contribuição da modulação autonômica parassimpática nos ajustes autonômicos.

Acredita-se que crianças com maior grau de comprometimento neurológico possa apresentar episódios de disautonomias (GUYTON & HALL, 2006), e a caracterização, detecção precoce e a prevenção constituem fatores extremamente relevantes ao tratamento. Mesmo que os sintomas clínicos não são aparentes, reconhece-se que as alterações identificadas na infância ou adolescência chamam nossa atenção para fatores de risco tardios. Pois, há uma preocupação crescente de que o estilo de vida adversos na infância irá levar a um aumento do risco de doenças relacionadas com o estilo de vida na idade adulta (TELAMA, R; YANG, X; LAAKSO; VIKARI, 1997).

Conclusão

7 CONCLUSÃO

Os dados obtidos no presente estudo permitem concluir que:

1. apesar dos voluntários com mielomeningocele serem usuários de cadeira de rodas, dados de força muscular isométrica, avaliados em diferentes grupos musculares dos membros superiores, não indicaram diferença com dados dos voluntários controle;
2. a capacidade cardiopulmonar de crianças e adolescentes cadeirantes com mielomeningocele é menor que o respectivo valor do seu controle sem a doença;
3. o teste indireto para estimar o consumo de oxigênio proposto por Franklin et al. (1990) não foi ideal para os voluntários cadeirantes com mielomeningocele. Por outro lado, este teste mostrou-se eficiente para evocar respostas de FC_{max} prevista em todos os voluntários com mielomeningocele participantes do estudo;
4. dentre as variáveis que analisam a função autonômica cardiovascular, ainda que não tenha sido encontrada alteração na análise espectral da VFC, foi observada significativa redução da modulação simpática vasomotora na VPA e redução significativa da sensibilidade barorreflexa espontânea de crianças e adolescentes cadeirantes com mielomeningocele.

A partir das conclusões acima destacadas, parece imprescindível desenvolver condutas seguras de condicionamento cardiopulmonar e treinamento de resistência à fadiga no tratamento fisioterapêutico de crianças e adolescentes com mielomeningocele. Os benefícios deverão abranger incremento na força muscular, no consumo de oxigênio e na resposta autonômica cardiovascular, os quais, minimamente favorecerão o desempenho do paciente nas

AVDs.

Referências Bibliográficas

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRE, J. C. et al. Physical activity capacity in children with myelomeningocele. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 68, n. 6, p. 372–7, jun. 1987.

AGUIAR, M. J. B. et al. [Neural tube defects and associated factors in liveborn and stillborn infants]. **Jornal de pediatria**, v. 79, n. 2, p. 129–34, 2003.

ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J. R. Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 22, p. 435–76, jan. 1994.

AUBERT, A. E.; SEPS, B.; BECKERS, F. Heart rate variability in athletes. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 33, n. 12, p. 889–919, jan. 2003.

BARADARAN, NIMA; AHMADI, HAMED; NEJAT, FARIDEH; EL KHASHAB, MOSTAFA; MAHDAVI, A. Nonneural congenital abnormalities concurring with myelomeningocele: report of 17 cases and review of current theories. **Pediatric neurosurgery**, v. 44, n. 5, p. 353–9, jan. 2008.

BAR-OR, O.; ROWLAN, T. W. **Pediatric Exercise Medicine: From Physiologic Principles to Healthcare Application**. Hardback. 2004

BARTONEK, A; SARASTE, H; SAMUELSSON, L; SKOOG, M. Ambulation in patients with myelomeningocele: a 12-year follow-up. **Journal of pediatric orthopedics**, v. 19, n. 2, p. 202–6, 1999.

BEENAKKER, E A; VAN DER HOEVEN, J H; FOCK, J M; MAURITS, N. M. Reference values of maximum isometric muscle force obtained in 270 children aged 4-16 years by hand-held dynamometry. **Neuromuscular disorders : NMD**, v. 11, n. 5, p. 441–6, jul. 2001.

BELT-NIEDBALA, B J; EKVALL, S.; COOK, C M; OPPENHEIMER, S; WESSEL, J. Linear growth measurement: a comparison of single arm-lengths and arm-span. **Developmental medicine and child neurology**, v. 28, n. 3, p. 319–24, jun. 1986.

BERNARDI, M.; ALVITI, F.; DE BLASII, E.; DI GIACINTO, B.; GUERRA, E.; MARINI, C.; PISICCHIO, C.; QUATTRINI, M.; MARQUETTI, M. **Aerobic fitness in athletes with a locomotor disability: influence of sport, training hours and motor functionality** Vista-IPC, 2006.

BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 14, n. 5, p. 377–81, jan. 1982.

BOYD, R. et al. High- or low- technology measurements of energy expenditure in clinical gait analysis? **Developmental medicine and child neurology**, v. 41, n. 10, p. 676–82, out. 1999.

BRATTEBY TOLLERZ, L. U. et al. Reliability of energy cost calculations in children with cerebral palsy, cystic fibrosis and healthy controls. **Acta paediatrica (Oslo, Norway : 1992)**, v. 100, n. 12, p. 1616–20, dez. 2011.

BRUNETTO, A.F; ROSEGUINI, B.T; SILVA, B.M; HIRAI, D.M; GUEDES, D.P. Effects of gender and aerobic fitness on cardiac autonomic responses to head-up tilt in healthy adolescents. **Pediatric Cardiology** v 26, 2005.

BUFFART, LAURIEN M;VAN DEN BERG-EMONS, RITA J G;VAN MEETEREN, JETTY;STAM, HENK J;ROEBROECK, M. E. Lifestyle, participation, and health-related quality of life in adolescents and young adults with myelomeningocele. **Developmental medicine and child neurology**, v. 51, n. 11, p. 886–94, nov. 2009.

BUFFART, LAURIEN M;VAN DEN BERG-EMONS, RITA J G;VAN WIJLEN-HEMPEL, MARIE S;STAM, HENK J;ROEBROECK, M. E. Health-related physical fitness of adolescents and young adults with myelomeningocele. **European journal of applied physiology**, v. 103, n. 2, p. 181–8, maio 2008.

BURNS, YVONNE R.; MACDONALD, J. **Fisioterapia e Crescimento na Infância**. 1. ed. São Paulo: Livraria Santos, 1999.

CUNHA CJ, FONTANA T, GARCIAS GL, MARTINO-ROTH MG. Fatores genéticos e ambientais associados a espinha bífida. **Rev Bras Ginecol Obstet**. 27(5): 268-74, 2005.

DANGARDT, FRIDA;VOLKMANN, REINHARD;CHEN, YUN;OSIKA, WALTER;MÅRILD, STAFFAN;FRIBERG, P. Reduced cardiac vagal activity in obese children and adolescents. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 31, n. 2, p. 108–113, 2011.

DE LUCIA, E;LEMMMA, F;TESFAYE, F.; DEMISSE, T;ISMAIL, S. The use of armspan measurement to assess the nutritional status of adults in four Ethiopian ethnic groups. **European journal of clinical nutrition**, v. 56, n. 2, p. 91–5, fev. 2002.

DENADAI, B. S. **Índices fisiológicos de avaliação aeróbia : conceitos e aplicações**. Ribeirão Preto: 1999, 1999.

DIETRICH, A.; RIESE, H.; van ROON ,A. M.; van ENGELN, K.; ORMEL, NEELEMAN J.; ROSMALEN, J.G.M.. Spontaneous baroreflex sensitivity in (pre)adolescents. **Journal of Hypertension**, 24:345–352, 2006.

DICARLO, S. E. Effect of arm ergometry training on wheelchair propulsion endurance of individuals with quadriplegia. **Physical therapy**, v. 68, n. 1, p. 40–4, jan. 1988.

DOCHERTY, D. Testing aerobic power, capacity and performance. In: BAROR (Ed.). . **The child and adolescent athlete**. 1996.

EMAS, E. T. Espina Bífida. In: TECKLIN (Ed.). . **Fisioterapia Pediátrica**. 3. ed. Porto Alegre, p. 479, 2002.

FARRELL, T. G. et al. Prognostic value of baroreflex sensitivity testing after acute myocardial infarction. **British heart journal**, v. 67, n. 2, p. 129–137, fev. 1992.

FIGONI, S. F. Exercise responses and quadriplegia. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 25, n. 4, p. 433–41, abr. 1993.

FIGONI, S. F.; KIRATLI, J. B.; SASAKI, R. Disfunção da Medula Espinhal. ACSM – **Fisiologia do exercício clínico: afecções musculoesqueléticas, neuromusculares, neoplásicas, imunológicas e hematológicas**; v 5: 54-76, 2004.

FORJAZ, C.L.M., MATSUDAIRA Y., BARRETO F.R., NUNES N., NEGRÃO C.E. Low intensity exercise reduces post-exercise rate pressure product in humans. **Brazilian Journal of Medical Biological Research**, v 31: p. 1247-55, 1998.

FRANKLIN, B A;SWANTEK, K I;GRAIS, S L;JOHNSTONE, K S;GORDON, S;TIMMIS, G. C. Field test estimation of maximal oxygen consumption in wheelchair users. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 71, n. 8, p. 574–8, jul. 1990.

FURLAN, R. et al. Continuous 24-hour assessment of the neural regulation of systemic arterial pressure and RR variabilities in ambulant subjects. **Circulation**, v. 81, n. 2, p. 537–47, fev. 1990.

FURLAN, MARIA DE FÁTIMA FARINHA MARTINS;FERRIANI, MARIA DAS GRAÇAS CARVALHO;GOMES, R. O cuidar de crianças portadoras de bexiga neurogênica: representações sociais das necessidades dessas crianças e suas mães. **Revista Latino Americana de Enfermagem**, v. 11, n. 6, p. 763 – 770, dez. 2003.

GENOVESI, SIMONETTA; PIERUZZI, FEDERICO;GIUSSANI, MARCO;TONO, VALENTINA;STELLA, ANDREA;PORTA, ALBERTO;PAGANI, MASSIMO;LUCINI, D. Analysis of heart period and arterial pressure variability in childhood hypertension: Key role of baroreflex impairment. **Hypertension**, v. 51, n. 5, p. 1289–1294, 2008.

GOOSEY-TOLFREY, V. L. Physiological profiles of wheelchair basketball players in preparation. **Adapted Physical Activity Quarterly**, v. 22, n. 1, p. 57–66, 2005.

GROGAN, C. B.; EKVALL, S. M. Body composition of children with myelomeningocele, determined by 40K, urinary creatinine and anthropometric measures. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 18, n. 4, p. 316–23, ago. 1999.

GROSSE, S. D.; COLLINS, J. S. Folic acid supplementation and neural tube defect recurrence prevention. **Birth defects research. Part A, Clinical and molecular teratology**, v. 79, n. 11, p. 737–42, nov. 2007.

GUARNIERI, J.; VINCHON, M. [Follow-up of adult patients with myelomeningocele]. **Neuro-Chirurgie**, v. 54, n. 5, p. 604–14, out. 2008.

GUTIN, B.;OWENS, S.;SLAVENS, G. .; RIGGS, S.;TREIBER, F. . Effect of physical training on heart-period variability in obese children. **Journal of Pediatrics**, v. 130, n. 6, p. 938–943, 1997.

GUTIN, B;BARBEAU, P;LITAKER, M S;FERGUSON, M;OWENS, S. Heart rate variability in obese children: relations to total body and visceral adiposity, and changes with physical training and detraining. **Obesity research**. 2000.

GUYTON, A. C. .; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia medica**. 11. ed. São Paulo: Elsevier Editora Ltda, 2006.

HINDERER; K. A.; HINDERER, S. R.; SHURTLEFF, D. B. Myelodisplasia. In: CAMPBELL, S. K.; VANDER LINDEN, D.W.; PALISANO, R. J. (Ed.). . **Physical therapy for children**. Saunders, p. 571, 1994.

HOFFER, M. M. et al. Functional Ambulation Myelomen in Patients i ngocele. v. 55, 1973.

HUI, S. S.; CHAN, J. W. The relationship between heart rate reserve and oxygen uptake reserve in children and adolescents. **Research quarterly for exercise and sport**, v. 77, n. 1, p. 41–9, mar. 2006.

JANSSEN, T. W. et al. Isometric strength, sprint power, and aerobic power in individuals with a spinal cord injury. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 25, n. 7, p. 863–70, jul. 1993.

JANSSON, E. Age-related fiber type changes in human skeletal muscle. In: SM;., M. R. S. (Ed.). . **Biochemistry of Exercise IX**. Champaign: [s.n.]. p. 297–307, 1996.

KACZOR, JAN J;ZIOLKOWSKI, WIESLAW;POPINIGIS, JERZY;TARNOPOLSKY, M. A. Anaerobic and aerobic enzyme activities in human skeletal muscle from children and adults. **Pediatric research**, v. 57, n. 3, p. 331–5, mar. 2005.

KIRPALANI, H M;PARKIN, P C;WILLAN, A R;FEHLINGS, D L;ROSENBAUM, P L;KING, D;VAN NIE, A. J. Quality of life in spina bifida: importance of parental hope. **Archives of disease in childhood**, v. 83, n. 4, p. 293–7, out. 2000.

KLEIGER, R E;MILLER, J P;BIGGER, J T;MOSS, A. J. Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction. **The American journal of cardiology**, v. 59, n. 4, p. 256–62, 1 fev. 1987.

KLEIGER, R E;STEIN, P K;BOSNER, M S;ROTTMAN, J. N. Time domain measurements of heart rate variability. **Cardiology clinics**, v. 10, n. 3, p. 487–98, ago. 1992.

LAEDERACH-HOFMANN K, MUSSGAY L, RUDDER H. Autonomic cardiovascular regulation in obesity. **Journal Endocrinologic**, 164:59-6, 2000.

LA ROVERE, M. T. et al. Short-term heart rate variability strongly predicts sudden cardiac death in chronic heart failure patients. **Circulation**, v. 107, n. 4, p. 565–70, 4 fev. 2003.

LARY, J. M.; EDMONDS, L. D. Prevalence of spina bifida at birth--United States, 1983-1990: a comparison of two surveillance systems. **MMWR. CDC surveillance summaries : Morbidity and mortality weekly report. CDC surveillance summaries / Centers for Disease Control**, v. 45, n. 2, p. 15–26, 19 abr. 1996.

LATCHMAN, PETER L.;MATHUR, MADHU;BARTELS, MATTHEW N.;AXTELL, ROBERT S.;DE MEERSMAN, R. E. . Impaired autonomic function in normotensive obese children. **Clinical Autonomic Research**, v. 21, n. 5, p. 319–323, 2011.

LEE, DUCK-CHUL;ARTERO, ENRIQUE G;SUI, XUEMEI;BLAIR, S. N. Mortality trends in the general population: the importance of cardiorespiratory fitness. **Journal of psychopharmacology (Oxford, England)**, v. 24, n. 4 Suppl, p. 27–35, nov. 2010.

LEXELL, J;SJÖSTRÖM, M;NORDLUND, A S;TAYLOR, C. C. Growth and development of human muscle: a quantitative morphological study of whole vastus lateralis from childhood to adult age. **Muscle & nerve**, v. 15, n. 3, p. 404–9, mar. 1992.

LITTLEWOOD, R. A. et al. Resting energy expenditure and body composition in children with myelomeningocele. **Pediatric rehabilitation**, v. 6, n. 1, p. 31–7, 2003.

LOMBARDI, FEDERICO;SANDRONE, GIULIA;PERNPRUNER, SILVIA;SALA, ROBERTO;GARIMOLDI, MARIO;CERUTTI, SERGIO;BASELLI, GIUSEPPE;PAGANI, MASSIMO;MALLIANI, A. Heart rate variability as an index of sympathovagal interaction after acute myocardial infarction. **The American Journal of Cardiology**, v. 60, n. 16, p. 1239–1245, 1 dez. 1987.

LUCINI, DANIELA;ZUCCOTTI, GIANVINCENZO;MALACARNE, MARA;SCARAMUZZA, ANDREA;RIBONI, SARA;PALOMBO, CARLO;PAGANI, M. Early progression of the autonomic dysfunction observed in pediatric type 1 diabetes mellitus. **Hypertension**, v. 54, n. 5, p. 987–994, 2009.

MAHON, A. D. et al. Evaluating the prediction of maximal heart rate in children and adolescents. **Research quarterly for exercise and sport**, v. 81, n. 4, p. 466–71, dez. 2010.

MALINA, R.M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. **Growth, maturation and physical activity**. 2. ed. [s.l.] Hardbook, 2004.

MALLIANI, A;PAGANI, M;LOMBARDI, F;CERUTTI, S. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. **Circulation**, v. 84, n. 2, p. 482–92, ago. 1991.

MANDIGOUT, S.;MELIN, A.;FAUCHIER, L.;N’GUYEN, L. D.;COURTEIX, D.;OBERT, P. Physical training increases heart rate variability in healthy prepubertal children. **European Journal of Clinical Investigation**, v. 32, n. 7, p. 479–487, 2002.

MASSIN, M M;DERKENNE, B;TALLSUND, M;ROCOUR-BRUMIOUL, D;ERNOULD, C;LEBRETHON, M C;BOURGUIGNON, J. P. **Cardiac autonomic dysfunction in diabetic children**.**Diabetes care**. 1999.

MATSUDO, V. K. R.; TARAPANOFF, A. M. P. A.; SILVA, M. F. Determinação do consumo de oxigênio para massa: predição pela forma indireta e pela frequência cardíaca de recuperação. **Celafics**, v. 1, 1986.

MATUSHITA, H.; PINTO, F. C. G. Mielomeningocele. In: ATHENEU (Ed.). **Neurologia Infantil**. 4^a. ed. São Paulo: 2005, 2005. p. 938.

MIAO, CHAO-YU;XIE, HE-HUI;ZHAN, LIN-SHU;SU, D.-F. Blood pressure variability is more important than blood pressure level in determination of end-organ damage in rats. **Journal of hypertension**, v. 24, n. 6, p. 1125–35, jun. 2006.

MILES, D. S.; COX, M. H.; BOMZE, J. P. Cardiovascular responses to upper body exercise in normals and cardiac patients. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 21, n. 5 Suppl, p. S126–31, out. 1989.

NAGAI, NARUMI;HAMADA, TAKU;KIMURA, TETSUYA;MORITANI, T. Moderate physical exercise increases cardiac autonomic nervous system activity in children with low heart rate variability.**Child's nervous system : ChNS : official journal of the International Society for Pediatric Neurosurgery**. 2004.

NASCIMENTO, L. F. C. . Prevalência de defeitos de fechamento de tubo neural do Vale do Paraíba, São Paulo. **Revista Paulista Pediátrica**, p. 372–377, 2008.

NILSSON, S.; STAFF, P. H.; PRUETT, E. D. Physical work capacity and the effect of training on subjects with long-standing paraplegia. **Scandinavian journal of rehabilitation medicine**, v. 7, n. 2, p. 51–6, jan. 1975.

NIXON, P. G. F. Human circulation regulation during physical stress. L. B. Rowell. Oxford University Press, London, 1986. No. of pages: 416. Price: £35.00. **Stress Medicine**, v. 4, n. 2, p. 124–125, abr. 1988.

PARATI, G. et al. Broadband Spectral Analysis of Blood Pressure and Heart Rate Variability in Very Elderly Subjects. **Hypertension**, v. 30, n. 4, p. 803–808, 1 out. 1997.

PESCATELLO, L. S. **Diretrizes do ACSM para Testes de Esforço e sua Prescrição**. 9^a. ed. Rio de Janeiro, 2014.

PIANETTI, G. F. Disrafismos espinhais. In: FONSECA, L.F.; PIANETTI, G.F.; XAVIER, C. C. (Ed.). . **Compêndio de Neurologia Infantil**. Belo Horizonte: Medsi, p. 859–863, 2011.

PICCIRILLO G, VETTA F, FIGOGNARI FL, RONZONI S, LAMA J, CACCIAFESTA M, ET AL. Power spectral analysis of heart rate variability in obese subjects: evidence of decreased cardiac sympathetic responsiveness. **Int J Obes Relat Metab Disord**; 20:825-9, 1996.

POUNTNEY, T. .; MCCARTHY, G. Defeitos do Tubo Neural: Espinha Bífida e Hidrocefalia. In: STOKES, M. (Ed.). . **Neurologia para Fisioterapeutas**. São Paulo, p. 402, 2000.

RABBIA, FRANCO; SILKE, BERNARD; CONTERNO, A.; GROSSO, TIZIANA; DE VITO, BARBARA; RABBONE, I.; CHIANDUSSI, LIVIO; VEGLIO, F. Assessment of cardiac autonomic modulation during adolescent obesity. **Obesity research**, v. 11, n. 4, p. 541–8, abr. 2003.

RATEL, S.; DUCHÉ, P.; WILLIAMS, C. A. Muscle fatigue during high-intensity exercise in children. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 36, n. 12, p. 1031–65, jan. 2006.

RATLIFFE, K. T. **Fisioterapia Clínica Pediátrica – Guia para a Equipe de Fisioterapeutas**. 2^a. ed. Santos: 2002, 2002.

ROWLAND, T. W. **Fisiologia do exercício na criança**. 2^a. ed. [s.l.] 2008, 2008.

SAMPAIO, I.; PALMA, H.; NASCIMENTO, R.; SAITO, E.; LOURENÇO, C.; BATTISTELLA, L. Atividade esportiva na reabilitação. In: Greve, J.; Casalis, M.; Barros, T. **Diagnóstico e tratamento da lesão da medula espinal**. 1^o ed. São Paulo: Rocas, 2001.

SCHLESSELMAN, J. J. . Case-control Studies: Desing, conduct, analysis. **Oxford University Press**, p. 150, 1982.

SHEPHERD, R. **Fisioterapia em Pediatria**. 3. ed. Santos, 1996.

SHERMAN, M S;KAPLAN, J M;EFFGEN, S;CAMPBELL, D.; DOLD, F. Pulmonary dysfunction and reduced exercise capacity in patients with myelomeningocele. **The Journal of pediatrics**, v. 131, n. 3, p. 413–8, set. 1997.

SNODGRASS, W. T.; ADAMS, R. Initial urologic management of myelomeningocele. **The Urologic clinics of North America**, v. 31, n. 3, p. 427–34, viii, ago. 2004.

STANGANELLI, L. C. R. **Mudanças no VO2 máx e limiar anaeróbico em crianças pré-púberes ocorridas após treinamento de resistência aeróbia**Festur. **Anais...**1991

STATISTICS, N. C. FOR H. **Prevention and Health Promotion**. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/growthcharts/data/set1/all.pdf>>. Acesso em: 3 fev. 2014.

SOMERS, F.M.; ABBOUD, V.K. Baroreflexes in health and disease. In Vagal control of heart: experimental basis and clinical implications. **Futura Publising Company**. Armonk: p.381-402,1994

SYDDALL, H. et al. Is grip strength a useful single marker of frailty? **Age and ageing**, v. 32, n. 6, p. 650–6, nov. 2003.

TACHDJIAN, M. O. Mielomeningocele. In: MANOLE (Ed.). . **Ortopedia Pediátrica**. 2^a. ed. São Paulo, p. 2422, 1995.

TANAKA, H.; MONAHAN, K. D.; SEALS, D. R. Age-predicted maximal heart rate revisited. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 37, n. 1, p. 153–6, jan. 2001.

TANNER, J. M. **Growth at adolescent**(2nd) Oxford Blackweel Scientific, , 1962.

TASK FORCE; ELECTROPHYSIOLOGY, T. F. O. T. E. S. O. C. T. N. A. S. **Heart Rate Variability : Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use**Circulation. **Anais...**TASK FORCE of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1 mar. 1996

TELAMA, R;YANG, X;LAAKSO, L.; VIIKARI, J. Physical activity in childhood and adolescence as predictor of physical activity in young adulthood. **American journal of preventive medicine**, v. 13, n. 4, p. 317–323, 1997.

TSUJI, H;LARSON, M G;VENDITTI, F J;MANDERS, E S;EVANS, J C;FELDMAN, C L;LEVY, D. Impact of reduced heart rate variability on risk for cardiac events. The Framingham Heart Study. **Circulation**, v. 94, n. 11, p. 2850–5, 1 dez. 1996.

ULSENHEIMER, MARIA M.M.;ANTONIUK, SÉRGIO A.;SANTOS, LÚCIA H.C. DOS;CECCATTO, MARCOS;DA, SILVEIRA, ANTÔNIO ERNESTO;RUIZ, ANA PAULA;EGGER, PAULO;BRUCK, I. Myelomeningocele: a Brazilian University Hospital experience. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 62, n. 4, p. 963–968, dez. 2004.

UNNITHAN, V. B.; HOUSER, W.; FERNHALL, B. Evaluation of the energy cost of playing a dance simulation video game in overweight and non-overweight children and adolescents. **International journal of sports medicine**, v. 27, n. 10, p. 804–9, out. 2006.

VAN DEN BERG-EMONS, HENDRIKA J G;BUSSMANN, JOHANNES B J;MEYERINK, HUUB J;ROEBROECK, MARIJ E;STAM, H. J. Body fat, fitness and level of everyday physical activity in adolescents and young adults with meningomyelocele. **Journal of rehabilitation medicine**, v. 35, n. 6, p. 271–5, nov. 2003.

VANDERLEI, LUIZ CARLOS MARQUES;PASTRE, CARLOS MARCELO;HOSHI, R. A.; CARVALHO, TATIANA DIAS DE;GODOY, M. F. DE; Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 24, n. 2, p. 205–217, jun. 2009.

VANDERTHOMMEN, MARC;FRANCAUX, MARC;COLINET, CÉDRIK;LEHANCE, CÉDRIC;LHERMEROUT, CLAUDE;CRIELAARD, JEAN-MICHEL;THEISEN, D. A multistage field test of wheelchair users for evaluation of fitness and prediction of peak oxygen consumption. **Journal of rehabilitation research and development**, v. 39, n. 6, p. 685–92, 2002.

VINCK, ANJA;NIJHUIS-VAN DER SANDEN, MARIA W G;ROELEVELD, NEL J A;MULLAART, REINIER A;ROTTEVEEL, JAN J;MAASSEN, B. A. M. Motor profile and cognitive functioning in children with spina bifida. **European journal of paediatric neurology : EJPN : official journal of the European Paediatric Neurology Society**, v. 14, n. 1, p. 86–92, jan. 2010.

VINET, A;LE GALLAIS, D;BOUGES, S;BERNARD, P-L;POULAIN, M.; VARRAY, A;MICALLEF, J.-P. Prediction of VO(2peak) in wheelchair-dependent athletes from the adapted Léger and Boucher test. **Spinal cord**, v. 40, n. 10, p. 507–12, out. 2002.

WASSERMAN, K. **Textbook Principles of exercise testing and interpretation**. [s.l.] 1994, 1994.

WENTZ, E. Mielomeningocele. In: KUDO, A. M. (Ed.). . **Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional em Pediatria**. 2. ed. São Paulo: Savier, p. 293, 1997..

WIDMAN, LANA M;ABRESCH, RICHARD TED;STYNE, DENNIS M;MCDONALD, C. M. Aerobic fitness and upper extremity strength in patients aged 11 to 21 years with spinal cord dysfunction as compared to ideal weight and overweight controls. **The journal of spinal cord medicine**, v. 30 Suppl 1, p. S88–96, jan. 2007.

WILLIAMS, L O;ANDERSON, A D;CAMPBELL, J;THOMAS, L;FEIWELL, E;WALKER, J. M. Energy cost of walking and of wheelchair propulsion by children with myelodysplasia: comparison with normal children. **Developmental medicine and child neurology**, v. 25, n. 5, p. 617–24, out. 1983.

WINNICK, J. P. **Educação física e esportes adaptados**. Manole, 2004.

Anexos

Anexo A

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Ribeirão Preto, 29 de agosto de 2013

Ofício nº 3168/2013
CEP/MGV

Prezadas Senhoras,

O trabalho intitulado **“ANÁLISE DO CONDICIONAMENTO CADIOPULMONAR E ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MÉTODOS DIRETO E INDIRETO DE PREDIÇÃO DO CONSUMO DE OXIGÊNIO EM INDIVÍDUOS CADEIRANTES COM MIELOMENINGOCELE” – versão 3, de 16/08/2013**, foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 372ª Reunião Ordinária realizada em 26/08/2013 e enquadrado na categoria: **APROVADO**, bem como o **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – versão 3, de 16/08/2013**, de acordo com o Processo HCRP nº 6019/2013.

De acordo com Carta Circular nº 003/2011/CONEP/CNS, datada de 21/03/2011, o sujeito de pesquisa ou seu representante, quando for o caso, deverá rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última do referido Termo; o pesquisador responsável deverá da mesma forma, rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última página do referido Termo.

Este Comitê segue integralmente a Conferência Internacional de Harmonização de Boas Práticas Clínicas (IGH-GCP), bem como a Resolução nº 466/12 CNS/MS.

Lembramos que devem ser apresentados a este CEP, o Relatório Parcial e o Relatório Final da pesquisa.
Atenciosamente.

DRª. MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
Coordenadora do Comitê de Ética em
Pesquisa do HCRP e da FMRP-USP

Ilustríssimas Senhoras

MARISA MAIA LEONARDI FIGUEIREDO

PROFª. DRª. ANA CLÁUDIA MATTIELLO SVERZUT (Orientadora)

Depto. de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor

Campus Universitário – Monte Alegre
14048-900 Ribeirão Preto SP

Comitê de Ética em Pesquisa HCRP e FMRP-USP
FWA-00002733; IRB-00002186 e Registro PB/CONEP n 5440
(16) 3602-2228
cep@hcrp.usp.br

www.hcrp.usp.br

Anexo B

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dirigido às crianças do grupo controle (sem a doença)

Seu filho está sendo convidado (a) a participar do estudo intitulado: “**Análise do condicionamento cardiopulmonar e estudo comparativo entre métodos direto e indireto de predição do consumo de oxigênio em indivíduos cadeirantes com mielomeningocele**”, coordenado pela Profa. Dra. Ana Claudia Mattiello-Sverzut e desenvolvido pela Ft. Marisa Maia Leonardi Figueiredo.

Esse estudo tem como objetivo avaliar o condicionamento cardiopulmonar dos pacientes cadeirantes com mielomeningocele que são atendidos no Ambulatório de Mielomeningocele do Centro de Reabilitação do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto, e saber se a capacidade de captar, transportar e utilizar o oxigênio de seu organismo é a mesma obtida em dois testes diferentes. O seu filho **não** tem essa doença. Então vamos comparar o condicionamento físico das crianças saudáveis com o condicionamento físico das crianças que tem a doença.

Se você e seu filho aceitarem participar deste estudo, será agendado um dia para a avaliação, que será realizado no Centro de Reabilitação do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto, com duração aproximada de 1 hora e 10 minutos:

- A. Medida da altura e peso em balança com régua de altura. Estes testes terão duração aproximada de 10 minutos e não causam nenhum desconforto à criança.
- B. Composição corporal: este teste mede a quantidade de gordura que a criança tem no corpo. A criança permanecerá deitada e serão colocados 4 eletrodos (são adesivos conectados a um fio, serão colocados 2 no pé direito e 2 na mão direita). O teste dura aproximadamente 4 minutos e não causa dor ou choque na criança, mas a criança poderá ficar ansiosa ou com medo devido a colocação dos eletrodos.
- C. Força muscular dos braços: através de um aparelho chamado dinamômetro: o fisioterapeuta segurará este equipamento e a criança deverá empurrá-lo com o máximo de força, serão feitas 3 medidas da força em cada movimento a ser analisado (num total de 3 movimentos para o lado esquerdo e direito). Este teste terá duração aproximada de 15 minutos e pode causar cansaço muscular.
- D. Força muscular da mão: através de um aparelho chamado dinamômetro: o participante deverá apertar o aparelho com a mão com sua maior força, serão feitas 3 medidas da força para cada mão. Este teste terá duração aproximada de 5 minutos e não causa desconforto.
- E. Avaliação cardíaca: o participante ficará deitado em uma maca em repouso por 20 minutos, com eletrodos do eletrocardiograma que analisarão a frequência do coração, e um aparelho no dedo polegar que analisa a pressão arterial de minuto em minuto. O

teste dura aproximadamente 25 minutos e não causa dor ou choque na criança, mas a criança poderá ficar ansiosa ou com medo devido a colocação dos eletrodos.

- F. Teste direto de consumo de oxigênio em bicicleta de braço com captação de gases através da espirometria: o participante deverá girar a manivela da bicicleta de braço por um tempo máximo que conseguir, e a cada 2 minutos será aumentado o peso. Para captar os gases respirados durante o esforço físico, será colocado um bocal na boca do participante que conecta ao aparelho. Este teste terá duração aproximada de 30 minutos e poderá causar um pequeno desconforto e cansaço muscular.

Todos os testes explicados acima serão feitos no Centro de Reabilitação do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto, uma única vez cada. Você será orientado a levar os documentos da criança (RG, CPF e cartão SUS) no dia avaliação para que seja providenciado o registro neste Hospital. As avaliações serão agendadas fora do período das aulas da criança e portanto, não haverá prejuízo ao cumprimento do calendário escolar.

Conforme descrito acima, este estudo poderá gerar um pequeno desconforto por ter que realizar um esforço máximo no exercício físico em cicloergômetro de membro superior, mas não trará nenhum tipo de risco à saúde do participante. Os testes serão acompanhados por um médico cardiologista e uma fisioterapeuta. A equipe da pesquisa esclarecerá as dúvidas e explicará anteriormente cada avaliação que será realizada. As informações deste estudo poderão ser utilizadas para fins estatísticos ou científicos, e é assegurada total privacidade e anonimato do participante.

Os dados obtidos neste estudo poderão nos auxiliar na avaliação do condicionamento físico de crianças cadeirantes com mielomeningocele utilizando um teste de baixo custo, para podermos futuramente criar um programa de tratamento sem riscos para esses indivíduos, com exercícios que melhoram a respiração e o funcionamento do coração, que poderão melhorar a qualidade de vida, diminuir o cansaço, e melhorar a prática de exercícios durante a fisioterapia.

Você tem o direito de interromper a participação da criança sob sua responsabilidade a qualquer momento. E caso desista da participação, não haverá penalidade ou prejuízo.

Caso você concorde que seu filho participe, como voluntário, desta pesquisa, favor assinar abaixo.

Ribeirão Preto, ____ de _____ de ____.

Nome do responsável

Assinatura do responsável

Ribeirão Preto, ____ de _____ de ____.

Nome do pesquisador que obteve o termo

Assinatura do pesquisador que obteve o termo

Para questões relacionadas a este estudo contate:

Marisa Maia Leonardi Figueiredo ou Ana Claudia Mattiello-Sverzut

E-mail: marymisa@hotmail.com ou acms@fmrp.usp.br

Tel: (016) 3602-0739 ou (016) 3602-0738;

Estrutura e Função do Músculo Esquelético - Laboratório de Pesquisa Científica - FMRP – USP.

Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto. Tel: (016) 3602-1000, ramal 2228.

Termo de Assentimento

Você está sendo convidado a participar, como voluntário, da pesquisa chamada **“Análise do condicionamento cardiopulmonar e estudo comparativo entre métodos direto e indireto de predição do consumo de oxigênio em indivíduos cadeirantes com mielomeningocele”**.

Essa pesquisa avaliará o condicionamento cardiopulmonar das crianças cadeirantes com mielomeningocele, e saber se a capacidade de captar, transportar e utilizar o oxigênio de seu organismo é a mesma obtida em dois testes diferentes. **Você não tem essa doença**, mas, está sendo convidado para que os seus resultados possam ser comparados com os de crianças que têm a doença.

Se você concordar em participar desta pesquisa você deverá ir ao Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, para fazer uma avaliação e fará os seguintes testes: medida da altura e peso, medida da quantidade de gordura que você tem no corpo, avaliação da força dos seus braços e da mão, avaliação da quantidade de oxigênio que você respira enquanto gira uma manivela, avaliação do seu coração (neste teste você ficará deitado por 20 minutos). Durante os testes você poderá sentir pequeno desconforto como cansaço. Esta pesquisa poderá ajudar os terapeutas a entender melhor como é o condicionamento do coração e assim, ajudar a pensar em melhores formas de tratamento na fisioterapia para as crianças que tem a doença (mielomeningocele).

Caso você concorde em participar desta pesquisa, favor assinar abaixo.

Ribeirão Preto, ____ de _____ de ____.

Nome do voluntário

Assinatura do voluntário

Ribeirão Preto, ____ de _____ de ____.

Nome do pesquisador que obteve o termo

Assinatura do pesquisador que obteve o termo

***Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dirigido aos sujeitos com
Mielomeningocele***

Seu filho está sendo convidado (a) a participar do estudo intitulado: “**Análise do condicionamento cardiopulmonar e estudo comparativo entre métodos direto e indireto de predição do consumo de oxigênio em indivíduos cadeirantes com mielomeningocele**”, coordenado pela Profa. Dra. Ana Claudia Mattiello-Sverzut e desenvolvido pela Ft. Marisa Maia Leonardi Figueiredo.

Esse estudo tem como objetivo avaliar o condicionamento cardiopulmonar dos pacientes cadeirantes com mielomeningocele que são atendidos no Ambulatório de Mielomeningocele do Centro de Reabilitação do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto, e saber se a capacidade de captar, transportar e utilizar o oxigênio de seu organismo é a mesma obtida em dois testes diferentes.

Se você e seu filho aceitarem participar deste estudo, serão agendados dois dias de avaliação, sendo que a segunda avaliação será 48 horas após a primeira.

- 1º dia (será realizado no Centro de Reabilitação do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto, com duração aproximada de 1 hora e 10 minutos):

- A. Medida da altura e peso: a altura será medida através da envergadura do paciente (distância entre a ponta do dedo de um braço até a ponta do dedo do outro braço) por uma fita métrica, e o peso será realizado em uma balança para cadeirantes. Estes testes terão duração aproximada de 10 minutos e não causam nenhum desconforto à criança.
- B. Composição corporal: este teste mede a quantidade de gordura que a criança tem no corpo. A criança permanecerá deitada e serão colocados 4 eletrodos (são adesivos conectados a um fio, serão colocados 2 no pé direito e 2 na mão direita). O teste dura aproximadamente 4 minutos e não causa dor ou choque na criança, mas a criança poderá ficar ansiosa ou com medo devido a colocação dos eletrodos.
- C. Força muscular dos braços: através de um aparelho chamado dinamômetro: o fisioterapeuta segurará este equipamento e a criança deverá empurrá-lo com o máximo de força, serão feitas 3 medidas da força em cada movimento a ser analisado (num total de 3 movimentos para o lado esquerdo e direito). Este teste terá duração aproximada de 15 minutos e pode causar cansaço muscular.
- D. Força muscular da mão: através de um aparelho chamado dinamômetro: o participante deverá apertar o aparelho com a mão com sua maior força, serão feita 3 medidas da força para cada mão. Este teste terá duração aproximada de 5 minutos e não causa desconforto.
- E. Teste direto de consumo de oxigênio em bicicleta de braço com captação de gases através da espirometria: o participante deverá girar a manivela da bicicleta de braço por um tempo máximo que conseguir, e a cada 2 minutos será aumentado o peso. Para captar os gases respirados durante o esforço físico, será colocado um bocal na boca do participante que conecta ao aparelho. Este teste terá duração aproximada de 30 minutos e poderá causar um pequeno desconforto e cansaço muscular.

- 2º dia (com duração aproximada de 50 minutos):

- A. Avaliação cardíaca: o participante ficará deitado em uma maca em repouso por 20 minutos, com eletrodos do eletrocardiograma que analisarão a frequência do coração, e um aparelho no dedo polegar que analisará a pressão arterial de minuto em minuto. O teste dura aproximadamente 25 minutos e não causa dor ou choque na criança, mas a criança poderá ficar ansiosa ou com medo devido a colocação dos eletrodos.
- B. Teste indireto de consumo de oxigênio: o participante percorrerá uma distância pré-definida impulsionando sua cadeira de rodas no tempo de 12 minutos para posterior cálculo do consumo de oxigênio durante o percurso. Este teste terá duração aproximada de 20 minutos e poderá causar um pequeno desconforto e cansaço muscular.

Conforme descrito acima, este estudo poderá gerar um pequeno desconforto por ter que realizar um esforço máximo no exercício físico em cicloergômetro de braço e impulsionando a cadeira de rodas, mas não trará nenhum tipo de risco à saúde do participante. Os testes serão acompanhados por um médico cardiologista e uma fisioterapeuta. A equipe da pesquisa esclarecerá as dúvidas e explicará anteriormente cada avaliação que será realizada. As informações deste estudo poderão ser utilizadas para fins estatísticos ou científicos, e é assegurada total privacidade e anonimato do participante.

Os dados obtidos neste estudo poderão nos auxiliar na avaliação do condicionamento físico de crianças cadeirantes com mielomeningocele utilizando um teste de baixo custo, para podermos futuramente criar um programa de tratamento sem riscos para esses indivíduos, com exercícios que melhoram a respiração e o funcionamento do coração, que poderão melhorar a qualidade de vida, diminuir o cansaço, e melhorar a prática de exercícios durante a fisioterapia.

Você tem o direito de interromper a participação da criança sob sua responsabilidade a qualquer momento. E caso desista da participação, não haverá penalidade ou prejuízo, e não comprometerá a continuidade de seguimento ou tratamento nesta instituição.

Caso você concorde que seu filho participe, como voluntário, desta pesquisa, favor assinar abaixo.

Ribeirão Preto, ____ de _____ de ____.

Nome do responsável

Assinatura do responsável

Ribeirão Preto, ____ de _____ de ____.

Nome do pesquisador que obteve o termo

Assinatura do pesquisador que obteve o termo

Para questões relacionadas a este estudo contate:

Marisa Maia Leonardi Figueiredo ou Ana Claudia Mattiello-Sverzut

E-mail: marymisa@hotmail.com ou acms@fmrp.usp.br

Tel: (016) 3602-0739 ou (016) 3602-0738;
 Estrutura e Função do Músculo Esquelético - Laboratório de Pesquisa Científica -
 FMRP – USP.

Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto. Tel: (016)
 3602-1000, ramal 2228.

Termo de Assentimento

Você está sendo convidado a participar, como voluntário, da pesquisa chamada **“Análise do condicionamento cardiopulmonar e estudo comparativo entre métodos direto e indireto de predição do consumo de oxigênio em indivíduos cadeirantes com mielomeningocele”**.

Essa pesquisa avaliará o condicionamento cardiopulmonar das crianças cadeirantes com mielomeningocele, e saber se a capacidade de captar, transportar e utilizar o oxigênio de seu organismo é a mesma obtida em dois testes diferentes.

Se você concordar em participar desta pesquisa você deverá ir ao Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, para fazer uma avaliação que será dividida em 2 dias. No 1º dia você fará os seguintes testes: medida da altura e peso, medida da quantidade de gordura que você tem no corpo, avaliação da força dos seus braços e da mão, avaliação da quantidade de oxigênio que você respira enquanto gira uma manivela. No 2º dia você fará mais dois testes: um para avaliar seu coração, neste teste você ficará deitado por 20 minutos, e outro para avaliar a quantidade de oxigênio que você respira enquanto você impulsiona sua cadeira de rodas por 12 minutos. Durante os testes você poderá sentir pequeno desconforto como cansaço. Esta pesquisa poderá ajudar os terapeutas a entender melhor como é o condicionamento do coração e assim, ajudar a pensar em melhores formas de tratamento na fisioterapia.

Caso você concorde em participar desta pesquisa, favor assinar abaixo.

Ribeirão Preto, ____ de _____ de _____.

 Nome do voluntário

 Assinatura do voluntário

Ribeirão Preto, ____ de _____ de _____.

 Nome do pesquisador que obteve o termo

 Assinatura do pesquisador que obteve o termo

Anexo C***Questionário Internacional de Atividade Física – IPAQ******Versão curta***

Nome: _____

Data: ____/____/____ Idade: _____ Sexo: F () M ()

Nós estamos interessados em saber que tipo de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos você é. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na ÚLTIMA semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar para o outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são MUITO importantes. Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigada pela sua participação!

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza por pelo menos 10 minutos contínuos de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você CAMINHOU ou TOCOU CADEIRA DE RODAS por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para o outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

Dias _____ por semana () Nenhum

Para responder as questões lembre-se que:

- atividades físicas VIGOROSAS são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar MUITO mais forte que o normal
- atividades físicas MODERADAS são aquelas que precisam de algum esforço física e que fazem respirar UM POUCO mais forte que o normal¹²⁸

1b Nos dias em que você caminhou ou tocou cadeira de rodas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando ou tocando cadeira de rodas por dia?

Horas: _____ Minutos: _____

2a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades MODERADAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como, por exemplo, praticar handcycle, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer outra atividade que fez aumentar moderadamente sua respiração ou batimentos do

coração (POR FAVOR, NÃO INCLUA CAMINHADA E TOQUE DE CADEIRA DE RODAS).

Dias _____ por semana () Nenhum

2b Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

Horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades VIGOROSAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo tocar velozmente a cadeira de rodas, praticar velozmente handcycle, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou jardim, carregar pesos elevados ou qualquer outra atividade que fez aumentar MUITO sua respiração ou batimentos do coração.

Dias _____ por semana () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

Horas: _____ Minutos: _____129

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece descansando.

4a Quanto tempo no total você gasta descansando durante um dia de semana?

Horas: _____ Minutos: _____

4b Quanto tempo no total você gasta descansando durante um dia de final de semana?

Horas: _____ Minutos: _____

Anexo D

ESCALA DE TANNER - SEXO FEMININO:

Nome: _____

Idade: _____ Data da avaliação: _____

Controle () Mielomeningocele ()

Coloque um X na figura que mais parece com você agora:

Com relação aos seus seios:

Os seios são planos

Os seios formam pequenos montes

Os seios formam montes maiores do que na figura 2

O mamilo e a aréola ficam em um monte acima do seio

Apenas o mamilo fica acima do seio

Com relação aos pelos:

Sem pêlos

Muito pouco pêlo

Um monte de pêlos

Os pêlos não se espalharam pelas coxas

Os pêlos se espalharam pelas coxas

ESCALA DE TANNER - SEXO MASCULINO:

Nome: _____

Idade: _____ Data da avaliação: _____

Controle () Mielomeningocele ()

Coloque um X na figura que mais parece com você agora:

Com relação ao seu pênis e escroto:

Pênis e escroto
são do mesmo
tamanho de
quando você era
mais jovem

O escroto diminuiu
um pouco e o pênis
aumentou um pouco

O pênis é maior
do que o escroto

O pênis está
maior e mais
largo, o escroto
está mais escuro
e maior do que
antes

O pênis e o
escroto são da
mesma forma e
tamanho dos
adultos

Com relação aos seus pêlos:

Sem pêlos

Muito pouco pêlo

Um pouco mais de pêlo

Os pêlos não
estão
distribuídos nas
coxas

Os pêlos estão
distribuídos nas
coxas