

Análise do gasto energético na Distrofia muscular de Duchenne nos ambientes aquático e terrestre

Energy expenditure analysis in Duchenne muscular dystrophy in land and aquatic environment

Kaitiana Martins da Silva¹, Ricardo Cristian Hengles², Mariana Bettini Verdiani², Marília Escudero Cecconi³, Fernanda Moraes Rocco⁴, Douglas Martins Braga²

RESUMO

Introdução. A Distrofia Muscular de Duchenne (DMD) é uma doença progressiva, caracterizada pela degeneração progressiva das fibras musculares necessitando de maior demanda energética durante as atividades funcionais. Desta forma, é imprescindível a avaliação clínica do gasto energético em diferentes atividades e ambientes. **Objetivos.** Analisar o gasto energético de crianças com DMD durante a marcha nos ambientes aquático e terrestre. **Método.** Participaram deste estudo 8 meninos com DMD (10,4±0,5 anos), deambuladores, colaborativo para a realização dos testes, não estavam inseridos em programas de reabilitação e não apresentaram doenças associadas. Foi realizado o Teste de caminhada de 6 minutos e calculamos o índice de gasto energético (IGE) através da fórmula: FC final - FC inicial dividida pela velocidade (metros/segundo), sendo expresso em batimentos/ minuto nos meios aquático e terrestre. **Resultados.** Observamos que no ambiente aquático os pacientes com DMD percorreram uma distância menor, comparado ao solo (p=0,012). Quanto ao Índice de Gasto Energético (IGE), os pacientes com DMD obtiveram uma média no solo de 0,43±0,15 e na água de 3,69±0,44 (p=0,012). **Conclusões.** Os pacientes percorreram uma distância menor e com um gasto energético maior no ambiente aquático, quando comparado com o terrestre.

Unitermos. Distrofia Muscular de Duchenne, Marcha, Metabolismo Energético, Ambiente Aquático

Citação. Silva KM, Hengles RC, Verdiani MB, Cecconi ME, Rocco FM, Braga DM. Análise do gasto energético na Distrofia muscular de Duchenne nos ambientes aquático e terrestre.

ABSTRACT

Introduction. Duchenne muscular dystrophy (DMD) is a progressive genetic disease, characterized by progressive and irreversible degeneration of muscle fibers, requiring energy demand during functional activities. Given this characteristic, energy expenditure becomes a key factor in a rehabilitation program. So, it is essential energy expenditure clinical assessment in different environments. **Objective.** Analyze the energy expenditure of children with DMD during gait in aquatic and land environments. **Method.** The study included 8 boys with DMD (10.4±0.5 years), ambulating and collaborative for testing. They were not included in rehabilitation programs and had no associated diseases. It was applied 6-minute walk test (6MWT) in land and aquatic environment, and calculate energy expenditure index by the formula: End FC - divided by the initial speed FC (meters/second) and is expressed in beats/minute in the aquatic and terrestrial. **Results.** It was observed that DMD patients walked (p=0.012) a shorter distance in water in relation to the ground. DMD patients had (p=0.012) higher average of energy expenditure in aquatic environment (3.69±0.44) when compared to land (0.43±0.15). **Conclusion.** The patients walked a shorter distance and with higher energy expenditure in aquatic environment.

Keywords. Muscular Dystrophy Duchenne, Gait, Energy Metabolism, Aquatic Environment

Citation. Silva KM, Hengles RC, Verdiani MB, Cecconi ME, Rocco FM, Braga DM. Energy expenditure analysis in Duchenne muscular dystrophy during in land and aquatic environment.

Trabalho realizado na Associação de Assistência à Criança Deficiente (AACD) São Paulo-SP, Brasil.

Endereço para correspondência:

Douglas Martins Braga
R. Bento Vieira, 101/25 - Bloco B
CEP 04202-030, São Paulo-SP, Brasil.
Email: douglasbraga78@hotmail.com
dbraga@aacd.org.br

1.Fisioterapeuta, Especializada em Neuropediatria (UFSCar), Mestrado pelo Programa Interdisciplinar em Ciências da Saúde pela UNIFESP, São Paulo-SP, Brasil.

2.Fisioterapeuta do Setor de Fisioterapia Aquática da AACD – Ibirapuera, São Paulo-SP, Brasil.

3.Fisioterapeuta do Setor de Fisioterapia Aquática da AACD - Campo Grande, São Paulo-SP, Brasil.

4.Médica Fisiatra, responsável pela Clínica de Doenças Neuromusculares da AACD Central, São Paulo-SP, Brasil.

Original
Recebido em: 13/04/15
Aceito em: 28/09/15

Conflito de interesses: não

INTRODUÇÃO

A Distrofia Muscular de Duchenne (DMD) é uma doença progressiva de origem genética, que tem como característica a perda progressiva das fibras musculares, onde há substituição do tecido muscular por tecido adiposo e fibroso. Essas mudanças na composição corporal resultam em fraqueza muscular que afetam a funcionalidade e exigem uma demanda maior de energia. A perda da deambulação é uma das responsáveis por reduzir boa parte do gasto energético diário desses indivíduos¹⁻⁵.

A habilidade de andar é o mais comum de todos os movimentos humanos. Permanecer ereto é uma das características determinantes do homem. Rítmico e aparentemente sem esforço, o ato de andar é um evento contínuo que se constitui em transferir o peso de um membro inferior para o outro, com o objetivo de deslocamento^{6,7}.

Dependendo do ambiente em que a deambulação ocorre, dentre eles, o meio aquático, outras forças externas também estão presentes, como as de arrasto e empuxo. Elas podem alterar o padrão da marcha e facilitar ou dificultar alguns aspectos no qual irá exigir uma demanda de energia diferente para executar as tarefas⁸.

O conhecimento das variáveis cinemáticas na realização da marcha nos meios aquático e terrestre pode ajudar a entender o funcionamento motor nestes meios, fornecendo a base no direcionamento do tratamento⁶.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é analisar o gasto energético de crianças com DMD durante a marcha nos ambientes aquático e terrestre.

MÉTODO

Amostra

Este estudo é de caráter observacional do tipo transversal, realizado no setor de fisioterapia aquática da AACD Central, São Paulo, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da mesma instituição com parecer nº63940. A execução deste estudo está baseada na resolução nº466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Participaram do estudo pacientes com diagnóstico médico de DMD e em acompanhamento clínico no local onde o estudo foi desenvolvido. A casuística da pesquisa foi constituída de 8 indivíduos deambuladores, do gênero masculino com DMD com idades média de

10,4±0,5 anos. A amostra foi selecionada por meio da pesquisa em prontuários da instituição.

Os critérios de inclusão foram: apresentar diagnóstico de DMD registrado em prontuário da entidade, deambulador comunitário, colaborativo para a realização dos testes, não estar inseridos em programas de reabilitação. Os critérios de exclusão foram: presença de complicação respiratória a menos de um mês da avaliação, cardiopatia não controlada, presença de afecções dermatológicas que impeçam ou contra indicam a entrada em piscina, pais e/ou responsáveis que não assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para inserção dos participantes no estudo.

Procedimento

As avaliações foram realizadas no solo e no meio líquido pelo mesmo examinador, obedecendo aos parâmetros para os dois ambientes. O instrumento de avaliação utilizado foi o teste de caminhada de 6 minutos (TC6): foi realizado em um corredor plano, sem estímulos externos, com superfície lisa e comprimento de 30 metros.

O início e o final do trajeto foram delimitados com um cone de sinalização⁹. Foram verificadas frequências cardíaca (FC) e respiratória (FR) no início e ao final do teste. Como medida de segurança, utilizamos a oximetria de pulso para mensurar a saturação de oxihemoglobina (tipo Clip Ônix 9500 Nonim®). Utilizamos a medida de 90% como referência e interrompemos a aplicação do teste imediatamente se estivesse abaixo desse valor^{10,11}.

No meio líquido, o processo xifóide foi considerado o ponto de referência de imersão e a temperatura da água manteve-se 32°C. As crianças realizaram o teste de caminhada na piscina em uma área denominada platô (superfície plana onde é realizado o treino de marcha) e percorreram uma distância de 15 metros durante 06 minutos, foi oferecido o mesmo comando verbal do solo. Foi realizado primeiro o teste em solo e em seguida as crianças foram orientadas a manter o repouso de 30 minutos com objetivo de retornar os parâmetros basais e eliminar o fator fadiga^{9,12,13}. Após este período foi realizado o teste no ambiente aquático.

Após a aplicação dos testes, calculamos o índice de gasto energético (IGE) através da fórmula: FC final

- FC inicial dividida pela velocidade (metros/segundo), sendo expresso em batimentos/minuto¹¹.

Análise Estatística

Os dados da distância percorrida (m/s) por meio do TC6 em ambientes aquático e terrestre e verificado o IGE (b/m), foram avaliados por análise não paramétrica de Wilcoxon, para comparar os dados em solo e no meio líquido. Nesta análise estatística, foram utilizados os softwares: SPSS V17, Minitab 16 e Excel Office 2010, utilizando o nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

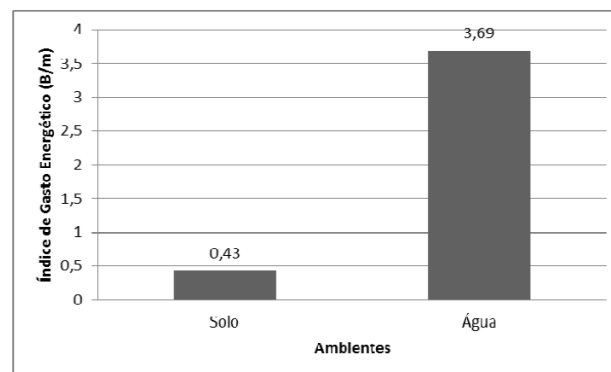
Quando comparados a média dos resultados da distância percorrida utilizando o TC6 nos ambientes aquático e terrestre, observamos que no ambiente aquático os pacientes com DMD percorreram uma distância menor, quando comparado ao solo (Figura 1; $p = 0,012$).

Quanto ao Índice de Gasto Energético (IGE), os pacientes com DMD obtiveram uma média no solo de $0,43 \pm 0,15$ e na água de $3,69 \pm 0,44$ (Figura 2; $p = 0,012$).

DISCUSSÃO

Nos últimos anos têm se observado um número crescente de abordagens terapêuticas para crianças com DMD. Diante destes aspectos o número de pesquisas que envolve essa população tem aumentado cada vez mais. Porém, existe uma escassez de estudos com intervenção no meio aquático ou até mesmo sobre características des-

Figura 2. Dados do índice de gasto energético em solo e água (TC6) dos pacientes (Wilcoxon $p < 0,05$).



te meio, com estes pacientes. Não há evidências na literatura de estudos para analisar o índice de gasto energético (IGE) em indivíduos com DMD e que utilizasse testes específicos no meio líquido.

Como instrumento de avaliação, foi utilizado o teste de caminhada de 6 minutos (TC6), por ser um instrumento validado de capacidade funcional e resistência, aceito como medida clínica de resultado significativo em ensaios clínicos com pacientes que apresentam dentre alguns aspectos, as desordens neuromusculares^{14,15}. Recentemente, foi sugerida que o TC6 pode ser utilizado também como uma medida primária de resultados e ensaios terapêuticos para história natural de pacientes com DMD¹⁶.

O presente estudo buscou um teste validado e de fácil aplicabilidade, pois diversos autores relatam que esta é uma ferramenta de fácil aplicabilidade e acessível que pode ser facilmente utilizada em meninos com DMD deambulador sem comprometimento cognitivo ou problemas comportamentais¹⁷. Além destes fatores, observamos a necessidade de incrementar o teste com comando verbal contínuo, a fim de estimular a deambulação durante os testes em solo e em água.

Durante um estudo em solo foi observado que os pacientes com DMD obtiveram um gasto energético menor do que as crianças saudáveis, porém, este fato aconteceu devido aos pacientes apresentarem um padrão muscular distrófico, fator este que favoreceu ao sedentarismo e obesidade⁵. Já em nosso estudo, analisamos o gasto energético nesta mesma população, mas em uma atividade dinâmica e em ambientes distintos: o aquático

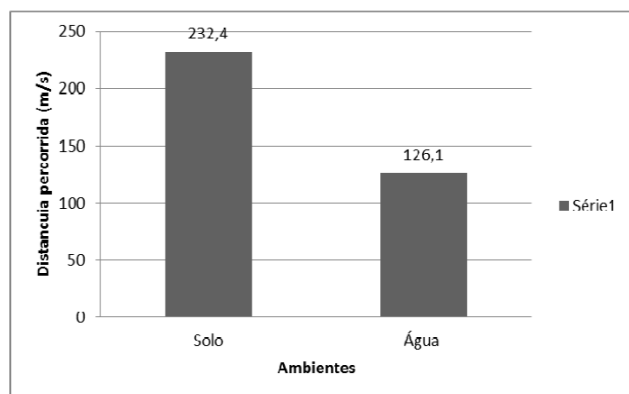


Figura 1. Dados da distância percorrida em solo e água (TC6) dos pacientes (Wilcoxon $p < 0,05$).

e terrestre. Notamos que o gasto energético é maior quando em ambiente aquático. Segundo as pesquisas, o fato é atribuído às propriedades físicas da água, estas geram uma força de propulsão para vencer a força de arrasto e ao andar neste ambiente, as atividades musculares, cardio-respiratórias e respostas perceptivas tornam-se superiores comparado ao ambiente terrestre e, desta forma, há diminuição da velocidade^{18,19}.

Este fato foi observado também na distância percorrida, que foi menor quando comparada em solo, pois apesar de ocorrer o alívio do peso corporal devemos considerar que a área de atrito durante o deslocamento aumentou e a demanda de energia para vencer a força de arrasto também foi maior. Alguns autores relatam que o nível de imersão é um fator fundamental e determinante na reabilitação¹⁹.

Dentre os estudos com DMD, foi verificado que quando os pacientes são submetidos ao exercício no solo podem apresentar taquicardia de repouso, e isto repercute nos parâmetros como a FC e, como era esperado, este fato foi observado no presente estudo, com índices mais elevados no ambiente aquático em relação ao solo. Podemos atribuir estes índices à adaptação do corpo ao ambiente aquático e a sobrecarga cardiorrespiratória e a filtração renal que são maiores durante o treinamento. A viscosidade da água aumenta o gasto energético necessário para realizar movimentos e deslocamentos. As respostas cardiovasculares e respiratórias durante a imersão ocorrem devido à pressão hidrostática e ao reflexo de mergulho. Estas respostas levam um aumento do volume central e a compressão da caixa torácica²⁰.

Os pacientes com DMD possuem algumas características como disfunção miocárdica e/ou redução de massa muscular esquelética funcional²¹, além da ausência da proteína distrofina que é crítica para a estabilidade estrutural do esqueleto, do diafragma, e dos músculos do coração²². Em um estudo recente com utilização do teste TC6 em pacientes com DMD no solo, foi verificado um maior gasto energético durante esse teste, nesses indivíduos²³. No estudo atual esse resultado foi mais evidente no meio aquático. Observamos que apesar do empuxo facilitar a flexão de quadril e joelhos durante a fase de balanço, o contrário ocorreu na fase de apoio, onde é necessário aumentar a demanda energética para vencer o empuxo e

apoiar o membro para realizar o deslocamento.

Devido à combinação da perda da resistência e do envolvimento cardiopulmonar, os pacientes com DMD têm um aumento no gasto energético durante a locomoção (mais energia metabólica consumida por distância percorrida) com o aumento da progressão da doença¹⁷. Esses dados corroboram com nosso estudo. Observamos que os pacientes na água percorreram uma distância menor em relação ao solo e o IGE foi inversamente proporcional como era esperado, pois além das características da doença, acrescentamos um novo ambiente que necessitou de novos ajustes posturais.

Diversos aspectos devem ser considerados durante a marcha subaquática para a recuperação funcional, como o nível de imersão que é fator determinante acerca das forças que agem durante a marcha. A posição dos membros superiores mostram que estas mudanças também podem causar alterações nos valores das forças durante a marcha e situação em que ele realiza o movimento²⁴. Estes fatores devem ser considerados em estudos futuros com esta população. Sugerimos aumentar a amostra e incluir pacientes em outros estágios da doença, além da inserção de um grupo controle em pesquisas posteriores.

CONCLUSÃO

Os pacientes com DMD percorreram uma distância menor e com um gasto energético maior no ambiente aquático, quando comparado ao terrestre. Este fato deve-se considerar quando o objetivo é o treino de marcha no ambiente aquático.

REFERÊNCIAS

1. MacDonald CM. Physical activity, health impairments, and disability in neuromuscular disease. *Am J Phys Med Rehabil* 2002;81(11 Suppl):S108-20. <http://dx.doi.org/10.1097/01.PHM.0000029767.43578.3C>
2. Tidball J, Wehling-Henricks M. Evolving therapeutic strategies for Duchenne muscular dystrophy: targeting downstream events. *Pediatr Res* 2004;56:831-41. <http://dx.doi.org/10.1203/01.PDR.0000145578.01985.D0>
3. Hermans MC, Pinto YM, Merkies ISJ, Die-Smulders CEM, Crijns HJGM, Faber CG. Hereditary muscular dystrophies and the heart. *Neuromuscul Disord* 2010;20:479-92. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nmd.2010.04.008>
4. Jansen M, Groot IJM, Geurts ACH, van Alfen NV. Physical training in boys with Duchenne Muscular Dystrophy: the protocol of the No Use is Disuse study. *BMC Pediatr* 2010;10:55. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2431-10-55>

- 5.Zanardi MC, Tagliabue A, Orcesi S, Berardinelli A, Uggetti C, Pichiecchio A. Body composition and energy expenditure in Duchenne muscular dystrophy. *Eur J Clin Nutr* 2003;57:273-8. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601524>
- 6.Ribas DIR, Israel VL, Manfra EF, Araújo CC. Estudo comparativo dos parâmetros angulares da marcha humana em ambiente aquático e terrestre em indivíduos hígidos adultos jovens. *Rev Bras Med Esporte* 2007;13:371-5. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922007000600003>
- 7.Souza PV, Fonta HB, Haupenthal A, Schutz GR, Roesler H. Força de reação do solo durante a marcha de crianças em ambiente aquático. *Ped Mod* 2010;46:146-50.
- 8.Barela AMF. Marcha no ambiente aquático. In: Parreira P, Baratella TV. *Fisioterapia aquática*. São Paulo: Manole, 2011, p51-63.
- 9.Britto RR, Souza LAP. Teste de caminhada de seis minutos uma normatização Brasileira. *Fisioter Mov* 2006;19:49-54.
- 10.Chin T, Sawamura S, Fujita H, Nakajima S, Ojima I, Oyabu H, et al. The efficacy of physiological cost index (PCI) measurement of a subject walking with an Intelligent Prosthesis. *Prosthet Orthot Int* 1999;23:45-9. <http://dx.doi.org/10.3109/03093649909071609>
- 11.Salmela LFT, Silva PC, Lima RCM, Augusto ACC, Souza AC, Goulart F. Musculação e condicionamento aeróbio na performance funcional de hemiplégicos crônicos. *Acta Fisiatr* 2003;10:54-60. <http://dx.doi.org/10.5935/0104-7795.20030001>
- 12.Gevaerd MS, Domenech SC, Borges Júnior NG, Higa DF, Lima-Silva AE. Alterações fisiológicas e metabólicas em indivíduo com distrofia muscular de Duchenne durante tratamento fisioterapêutico: um estudo de caso. *Fisioter Mov* 2010;23:93-103. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-51502010000100009>
- 13.Souza MA, Ferreira ME, Baptista CRDJA, Sverzut ACM. Gait energy expenditure in children with Duchenne muscular dystrophy: case study. *Fisioter Pesq* 2014;21:193-8. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-2950/63621022014>
- 14.Clark LA, Wraith JE, Beck M, Kolodny EH, Pastores GM, Muenzer J, et al. Long-term efficacy and safety of laronidase in the treatment of mucopolysaccharidosis I. *Pediatr* 2009;123:229-40. <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2007-3847>
- 15.Crapo R, Casaburi R, Coates A, Enright PL, Hankinson JL, Irvin CG, et al. American Thoracic Society: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166:111-7. <http://dx.doi.org/10.1164/ajrccm.161.1.ats11-99>
- 16.McDonald CM, Henricson EK, Han JJ, Abresch RT, Nicorici A, Elfring GL, et al. The 6-minute walk test as a new outcome measure in Duchenne muscular dystrophy. *Muscle Nerve* 2010;41:500-10. <http://dx.doi.org/10.1002/mus.21544>
- 17.Mazzone E, Martinelli D, Berardinelli A, Messina S, D'Amico A, Vasco G, et al. North Star Ambulatory Assessment, 6-minute walk test and timed items in ambulant boys with Duchenne muscular dystrophy. *Neuromuscul Disord* 2010;20:712-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nmd.2010.06.014>
- 18.Masumoto K, Mercer JA. Biomechanics of Human Locomotion in Water: An Electromyographic Analysis. *Exerc Sport Sci Rev* 2008;36:160-9. <http://dx.doi.org/10.1097/JES.0b013e31817bfe73>
- 19.Haupenthal A, Schütz GR, Hubert M, Dabonneville M, Roesler H. Force analysis of the underwater stationary running XXV ISBS symposium, 2007, Ouro Preto – Brazil.
- 20.Caromano F, Themundo Filho MRF, Candeloro JM. Efeitos fisiológicos da imersão e do exercício na água. *Rev Fisioter Bra* 2003;4:61-6.
- 21.Sokolov R, Irwin B, Dressendorfer RH, Bernauer EM. Exercise performance in 6-to-11-year old boys with Duchenne muscular dystrophy. *Arch Phys Med Rehabil* 1977;58:195-201.
- 22.McDonald CM, Henricson EK, Han JJ, Abresch RT, Nicorici A, Atkinson L, et al. The 6-minute walk test in Duchenne/Becker muscular dystrophy: longitudinal observations. *Muscle Nerve* 2010;42:966-74. <http://dx.doi.org/10.1002/mus.21808>
- 23.McDonald CM, Henricson EK, Abresch RT, Florence J, Eagle M, Gappaier E, et al. The 6-minute walk test and other clinical endpoints in Duchenne muscular dystrophy: Reliability, concurrent validity, and minimal clinically important differences from a multicenter study. *Muscle Nerve* 2013;48:357-68. <http://dx.doi.org/10.1002/mus.23905>
- 24.Roesler H, Haupenthal A, Schütz GR, Souza PV. Análise das forças de reação do solo na marcha de adultos a 1,3m de imersão. *Fisioter Mov* 2005;18:21-31.