

# Principais instrumentos para a análise da marcha de pacientes com distrofia muscular de Duchenne

*Main instruments for the gait analysis used in patients with muscular dystrophy of Duchenne*

*Melina Suemi Tanaka<sup>1</sup>, Andréa Luppi<sup>1</sup>, Edgard Morya<sup>2</sup>, Francis Meire Fávero<sup>3</sup>, Sissy Veloso Fontes<sup>4</sup>, Acary Souza Bulle Oliveira<sup>5</sup>*

## RESUMO

Introdução. Dentre as diversas doenças que comprometem a marcha, as neuromusculares são uma das principais, sendo a locomoção bastante acometida no grupo das distrofias musculares. Os pacientes com Distrofia Muscular de Duchenne (DMD) apresentam diversos comprometimentos motores, dentre eles alterações na marcha. Sendo assim, avaliar a marcha de maneira precisa é importante para analisar os efeitos reais das intervenções fisioterapêuticas aplicadas aos pacientes com DMD. Objetivo. O objetivo desse trabalho é identificar e caracterizar os principais instrumentos para a análise da marcha utilizados em pacientes com DMD. Método. Pesquisamos nas seguintes bases de dados MEDLINE, LILACS, SCIELO, PUBMED, SCIRUS, EMBASE e DEDALUS. Os termos utilizados na língua portuguesa foram marcha, locomoção, análise e distrofia muscular de Duchenne, e na língua inglesa foram: gait, walking, locomotion, analysis e Duchenne muscular dystrophy. Para a seleção dos artigos foram utilizados critérios de inclusão e exclusão. Resultados. Os resultados encontrados foram tabulados segundo número de pacientes, objetivos, instrumentos e recursos. Conclusão. Os 14 instrumentos de análise da marcha encontrados são, em sua totalidade, caracterizados como cinemáticos, existindo apenas recursos que forneçam dados cinéticos.

**Unitermos:** Marcha. Distrofia Muscular de Duchenne. Fisioterapia.

Citação: Tanaka MS, Luppi A, Morya E, Fávero FM, Fontes SV, Oliveira ASB. Principais instrumentos para a análise da marcha de pacientes com distrofia muscular de Duchenne.

**Trabalho realizado na Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP.**

1. Fisioterapeuta, Especialista em Intervenção Fisioterapêutica em Doenças Neuromusculares pela UNIFESP.
2. Fisioterapeuta, Doutora em Neurofisiologia pela USP.
3. Fisioterapeuta, Mestre em Neurociências, Docente da UNIBAN.
4. Fisioterapeuta da Disciplina de Neurologia da UNIFESP, Educadora Física, Doutora em Ciências pela UNIFESP, Docente da UMESP.
5. Neurologista, Professor filiado da Disciplina de Neurologia do Departamento de Neurologia e Neurocirurgia da UNIFESP.

## SUMMARY

Introduction. Among the several diseases that commit the gait, the neuromuscular are one of the main ones, being the locomotion plenty assault in the group of the muscular dystrophy. The patients with muscular dystrophy of Duchenne (DMD) present several motor compromising, among them alterations in the gait. Being like this, to evaluate the gait in a necessary way is important to analyze the real effects of the physiotherapeutic interventions applied to the patients with DMD. Objective. The objective of that work is to identify and to characterize the main instruments for the gait analysis used in patients with DMD. Method. We researched in the following bases of data MEDLINE, LILACS, SCIELO, PUBMED, SCIRUS, BASE and DEDALUS. The terms used in the Portuguese language were marcha, locomoção, análise and distrofia muscular de Duchenne, and in the English language they were gait, walking, locomotion, analysis and Duchenne muscular dystrophy. For the selection of the goods inclusion criteria and exclusion were used. Results. The found results were tabulated according to amount of patients, objectives, instruments, and resources. Conclusion. The 14 instruments of gait analysis found are, in his totality, characterized as cinematic, resources that supply kinetic data just existing.

**Keywords:** Gait. Muscular Dystrophy Duchenne. Physical Therapy.

Citation: Tanaka MS, Luppi A, Morya E, Fávero FM, Fontes SV, Oliveira ASB. Main instruments for the gait analysis used in patients with muscular dystrophy of Duchenne.

**Endereço para correspondência:**

Sissy Veloso Fontes  
R. Francisco Tapajós, 513/122  
São Paulo-SP, CEP 04153-001  
E-mail: sissyfontes@gmail.com

Recebido em: 09/08/2006  
Revisão: de 10/08/2006 a 19/09/2006  
Aceito em: 20/09/2006  
Conflito de interesses: não

## INTRODUÇÃO

Locomoção (do latim *locus*: lugar, e *movere*: mover) é uma habilidade inata e fundamental na vida do ser humano, pois possibilita autonomia e independência, viabilizando ao indivíduo atingir o seu objetivo<sup>1-5</sup>. Para tal, existem formas de locomoção como engatinhar, rastejar, mover-se com cadeira de rodas e deambular<sup>1-5</sup>. A marcha é um estilo ou maneira de deambulação, que utiliza um padrão cíclico de movimentos corporais para frente do corpo ereto, usando as extremidades inferiores, em um padrão bípede, para a propulsão que se repete indefinidamente a cada passo<sup>1,3, 6-8</sup>. Descrita como a função mais desejada do ser humano e a glória máxima da locomoção<sup>9</sup>.

Em 384-322 AC Aristóteles realizou o primeiro registro sobre a análise do movimento utilizando uma pena na cabeça do indivíduo e uma marcação na parede<sup>10</sup>. Nos Estados Unidos, Eadweard Muybridge, em 1887 realizou fotos seqüenciais para a análise da marcha humana em adultos, crianças e animais<sup>11</sup>, e Otto Fischer e Wilhelm Braune, em 1900 estabeleceram uma base científica da cinética e da cinemática da marcha, por meio dos cálculos das trajetórias, velocidades, acelerações, forças e torques das articulações e segmentos do corpo em 31 fases do ciclo da marcha<sup>4</sup>.

Com os avanços da tecnologia o ortopedista Verne T. Inman juntamente com o engenheiro Howard Eberhart utilizaram seus conhecimentos no intuito de criar um laboratório em São Francisco/Berkeley que investigaria a cinemática envolvida na marcha. Suas conclusões foram resumidas e publicadas na primeira edição de "Human Walking"<sup>12</sup>. David H. Sutherland descreveu a maturação da marcha e Jacquelin Perry a ação muscular da locomoção por meio da eletromiografia, que é muito utilizada até os dias de hoje devido à disseminação de laboratórios e aparatados com câmeras digitais e infravermelhas, marcadores anatômicos, eletromiografia dinâmica, placas de força e computadores de última geração, além de parâmetros para a análise observacional<sup>10-12</sup>. Um princípio da ciência é a necessidade da compreensão de um fenômeno normal para o entendimento de um patológico<sup>12</sup>. Entretanto, somente nos últimos anos a funcionalidade da marcha vem sendo frequentemente analisada por pesquisadores<sup>13</sup>.

Atualmente a análise biomecânica da marcha humana têm sido utilizada como instrumento mais preciso de diagnóstico em processos de recuperação de pessoas com distúrbios, deficiências, anomalias ou

limitações<sup>3</sup>. Essa análise pode ser dividida em cinética (utilizadas para determinar as forças envolvidas e suas variáveis) e cinemática (utilizadas para descrever padrões de movimento, sem considerar as forças envolvidas na produção do movimento), sendo esta última subdividida em quantitativa e qualitativa<sup>5</sup>.

As principais técnicas qualitativas para análise da marcha devido à confiabilidade e/ou validade são: FAP – Functional Ambulation Profile (perfil de deambulação funcional)<sup>14</sup>, GARS – Gait Abnormality Rating Scale (escala estimativa de anormalidades da marcha)<sup>15</sup>, escala de equilíbrio de Berg, Índice dinâmico da marcha<sup>10</sup>, entre outros. E das quantitativas são: variáveis de tempo e distância (teste de marcha de 3 e 6 minutos), cadência e velocidade (passarela eletricamente condutora), analisador de passadas, EMG, análise de movimentos 3D (dimensões)<sup>5</sup>.

A análise cinética da marcha que é dirigida para avaliação de forças de reação do solo, centro de massa, energia mecânica, movimentos de força, potência, momentos de suporte e trabalho, utiliza-se de placas de força, medidores de tensão, transdutores de carga, entre outras<sup>4,5</sup>. Dentre as diversas doenças que comprometem a marcha, as neuromusculares são uma das principais, sendo a locomoção bastante acometida no grupo das distrofias musculares.

A distrofia muscular de Duchenne (DMD) é a mais freqüente entre as doenças neuromusculares. De caráter hereditário ligado ao X apresenta rápida progressão com início dos sintomas por volta dos 2-3 anos de idade. A criança apresenta várias alterações motoras, tais como dificuldade em levantar-se e ficar em pé, dificuldade na marcha e quedas freqüentes. O acometimento motor é de caráter simétrico e proximal e, ocorre por degeneração das fibras musculares. As alterações da marcha, quando não tratadas ocorrem entre 8 e 12 anos de idade e, pode acentuar alterações posturais como as escolioses e deformidades em tornozelos. As escolioses podem propiciar alterações da dinâmica da caixa torácica interferindo na capacidade respiratória predispondo a infecções pulmonares podendo ocasionar o óbito<sup>16-20</sup>.

A transição entre o estado ambulatório e uma dependência da cadeira de rodas é seguida, em muitos casos, por um rápido aumento de encurtamentos musculares. Pode ocorrer ganho de peso excessivo, aumento progressivo de escoliose, depressão e dependência psicológica após cessar a marcha independente<sup>18</sup>. Sendo assim, torna-se importante avaliar a marcha o mais precisamente possível a fim de intervir de maneira mais eficaz no paciente com DMD. Para

isto, os instrumentos de análise da marcha devem ser identificados, analisados e selecionados adequadamente para posterior aplicação. Devemos, também uniformizar os procedimentos e linguagem utilizada, a fim de facilitarmos o intercâmbio de informações entre os profissionais da saúde que assistem esses pacientes<sup>11</sup>.

O objetivo desse trabalho é identificar, caracterizar e classificar os principais instrumentos e escalas para a análise da marcha, utilizados em pacientes com distrofia muscular de Duchenne.

## MÉTODO

Este estudo trata-se de uma revisão bibliográfica analítica de artigos científicos que, se subdividiu em quatro etapas: coleta, seleção, tabulação dos dados e a caracterização dos instrumentos de avaliação.

Na primeira etapa, foram coletados artigos científicos publicados entre os anos de 1966 e 2006, utilizando como fonte de consulta as bases de dados: MEDLINE, LILACS, SCIELO, PUBMED, SCIRUS, EMBASE e DEDALUS. Foram utilizados descritores na língua portuguesa (marcha, locomoção, análise, distrofia muscular de Duchenne) e inglesa (*gait, walking, locomotion, analysis, Duchenne muscular dystrophy*), e que apresentavam algum instrumento de avaliação e por busca manual das referências citadas nos artigos encontrados.

A estratégia de busca na MEDLINE, LILACS E SCIELO, foi baseada na utilização da combinação dos seguintes termos: descritor de assunto= “MARCHA“ AND “ANÁLISE” AND “DISTROFIA MUSCULAR DE DUCHENNE” AND Espécie=Humanos, em um segundo momento a palavra marcha foi trocada por locomoção, descritor de assunto= “GAIT“ AND “ANALYSIS” AND “DUCHENNE MUSCULAR DYSTROPHY” AND Espécie=Humanos, posteriormente à palavra *gait* foi trocada por *walking* e depois *locomotion*, na PUBMED: *gait and analysis and Duchenne muscular dystrophy* e limits: humans, posteriormente a palavra *gait* foi trocada por *walking* e depois *locomotion*, no SCIRUS: *Duchenne muscular dystrophy AND gait AND analysis in article title OR keywords AND date 1966 and 2006*, na EMBASE: “*gait*” OR “*walking*” OR “*locomotion*” AND *Duchenne muscular dystrophy AND analysis AND [humans] / lim 1966 – 2005* e no DEDALUS: *gait OR walking OR locomotion AND Duchenne muscular dystrophy AND analysis NOT animal*.

Na segunda etapa foram selecionamos os artigos coletados segundo critérios de inclusão e exclusão. Os critérios de inclusão foram: artigos onde a combinação dos termos apareceu nas palavras-chave, título e/ou resumo dos artigos; artigos de ensaio clínico; artigos em português, inglês, francês e espanhol. Os critérios de exclusão adotados foram: artigos em que a amostra não era de seres humanos; amostra não Duchenne; sem especificação do método de análise utilizado; revisões bibliográficas.

Na terceira etapa os estudos foram tabulados em relação ao objetivo, características dos pacientes, escalas e/ou instrumentos e na quarta etapa as escalas foram caracterizadas.

## RESULTADOS

Foi encontrado um total de 52 artigos onde 32 foram excluídos porque 1 tratava-se de uma apresentação de protótipo e 31 não especificaram o método, instrumento ou recurso de análise da marcha. Sendo assim, 20 artigos foram incluídos, porém apenas 19 foram utilizados, devido ao fato de 1 artigo ter sido publicado em 2 revistas distintas (duplicação). Desse, 12 utilizaram análise observacional (Tabela 1) e 7 apresentavam análise computadorizada (Tabela 2). Nas tabelas 1 e 2 estão relacionados instrumentos e/ou instrumentos e recursos de análise da marcha encontrados.

De acordo com os resultados obtidos pode-se identificar 14 instrumentos (escala Vignos, Hamersmith locomotor ability scale, System of Zitter e Allsop modified, Protocolo Italiano de análise funcional, Escala funcional adaptada por Swinyard e Deaver, Protocolo de Avaliação WeeFIM, Classificação de Sutherland, Root mean square error (RMSE), Walking times over 28 and 150 ft, PCI (Índice de custo energético), Timed performance test, Timed test of walking, Wak time e Timed functional test) de análise da marcha observacional.

A Escala Vignos<sup>21,22</sup> é uma escala de classificação específica dos indivíduos com DMD que gradua em 10 pontos a capacidade funcional dos membros inferiores<sup>7</sup>, deste modo é um instrumento de caráter cinemático qualitativo que avalia padrões de movimento, desvios da postura e ângulos articulares, sem considerar as forças envolvidas na produção do movimento.

A Avaliação física descrita por Scott et al<sup>23,24</sup> é um protocolo de avaliação que inclui dois itens relevantes para a análise da marcha, o *Hammersmith Locomotor Ability Scale*<sup>23-27</sup> que possui 20 tarefas

**Tabela 1.** Artigos que utilizaram análise observacional da marcha.

Referência	Número de pacientes	Objetivo	Escalas e Instrumentos
Cohen 1984 <sup>39</sup>	15 DMD 335 NL	Descrever a análise da velocidade de marcha rápida em indivíduos saudáveis e com DMD	Cronômetro, pista de 10.79m.
Edwards 1987 <sup>19</sup>	22 DMD	Analisar a variabilidade das avaliações de função muscular em pacientes com DMD	Escala Vignos, Avaliação de força descrita por Edwards e col. e, Hosking e col., eletrodinamômetro (transdutores de Penny e Giles).
Heckmatt 1988 <sup>22</sup>	20 DMD	Verificar os efeitos terapêuticos do Isaxonine em pacientes com DMD	Avaliação física descrita por Scott e col. ( <i>Walking times over 28 and 150 ft</i> , <i>Hammersmith Locomotor Ability Scale</i> , Escala %MRC), Miômetro eletrônico (Penny & Giles Transducers)
Taktak 1995 <sup>26</sup>	26 DMD	Desenhar e construir um sistema modular da órtese joelho-tornozelo-pé (KAFOs) para DMD	PCI (Índice de custo energético). Biosig Telepulse, Pista de 4 m, miômetro
Thompson 1995 <sup>23</sup>	NC	Manuseio da marcha patológica em pacientes com DMD através do uso da órtese AFOs	<i>Hammersmith Locomotor Ability Scale</i> , <i>Timed performance test</i> , Escala MRC
Thompson 1995 <sup>27</sup>	NC	ARTIGO DUPLICADO Thompson 1995	DUPLICADO Thompson 1995
Vignos 1996 <sup>20</sup>	144 DMD	Avaliar o valor da intervenção fisioterapêutica a longo prazo em pacientes com DMD	<i>Timed Test of Walking</i> , Pista de 7m, Escala Vignos, ADM passiva (técnica da American Academy of Orthopaedic Surgeons), Goniômetro, <i>System of Zitter e Allsop modified</i>
Bonifati 2000 <sup>28</sup>	18 DMD	Comparar os efeitos do deflazacort com prednisona em pacientes com DMD	Escala MRC, Protocolo italiano de análise funcional, Pista de 10m
Larson 2000 <sup>29</sup>	41 DMD	Avaliar a densidade do osso de meninos com DMD, relação entre ambulação e densidade do osso	Escala funcional adaptada por Swinyard and Deaver
Hyde 2000 <sup>24</sup>	27 DMD	Estabelecer um perfil da característica física dos meninos com DMD escandinavos	Escala MRC, <i>Hammersmith Locomotor Ability Scale</i> , Walk time. Pista de 10m, Miômetro
Bakker 2002 <sup>30</sup>	53 DMD	Identificar o paciente padrão e as características do tratamento que podem prever a dependência na cadeira de rodas por 2 anos	Protocolo de avaliação de WeeFIM, Protocolo de Brooke e col. Modificado (Escala MRC modificada)
Dubowitz 2002 <sup>25</sup>	2 DMD	Analisar os sinais de remissão clínica em estágio inicial do paciente com DMD com terapia de baixa dosagem de prednisona	Hammersmith Locomotor Ability Scale
Yilmaz 2004 <sup>31</sup>	66 DMD 22 DMD controle	Investigar o efeito a longo prazo da prednisona no DMD, particularmente na força muscular, contratura muscular e escoliose	Manual Lovett's, <i>Timed functional test</i> , goniômetro, pista de 10 metros

DMD- distrofia muscular de Duchenne; NL - normal; NC- Não consta; MRC- Medical Research Council.

baseadas no desenvolvimento normal de aquisição locomotora, que podem receber pontos de 0-2 e é específico para a análise de marcha dos indivíduos com DMD<sup>27</sup>, é um instrumento de caráter cinemático qualitativo; e o *Walking times over 28 and 150 ft* que é um teste de caminhada cronometrada em duas pistas padronizadas de 8.5344m e 45.72m, que verifica o tempo de marcha, instrumento de caráter cinemático quantitativo.

O PCI (Índice de custo energético)<sup>28</sup> é um instrumento de caráter cinemático quantitativo que analisa as variáveis: número de batimentos cardíacos por metro andado.

O *Timed performance test*<sup>25,29</sup> é um teste em que se avalia à distância percorrida e o tempo que se leva para percorrer este percurso, instrumento de caráter cinemático quantitativo.

O *Timed test of walking*<sup>22</sup> é um teste em que se cronometra o tempo de marcha em um percurso de 7

metros, sendo caracterizado como instrumento cinemático quantitativo, pois analisa as variáveis tempo e distância, assim como os padrões de mobilidade.

O *System of Zitter e Allsop modified*<sup>22</sup> classifica o indivíduo em 3 classes distintas, de acordo com as tarefas funcionais capazes de realizar em um tempo pré-determinado, instrumento de caráter cinemático qualitativo e quantitativo, pois além de incluir a descrição do deslocamento (padrões de movimento), considera a variável tempo.

O Protocolo Italiano de análise funcional<sup>30</sup> é constituído de 4 tarefas funcionais cronometradas, sendo a marcha uma destas tarefas. A marcha recebe uma classificação de 1-7, escala de caráter cinemático qualitativo (padrão de movimento) quantitativo (variável tempo).

A Escala funcional adaptada por Swinyard e Deaver<sup>31</sup> classifica a mobilidade funcional em 8 pontos, de caráter cinemático qualitativo (padrão de movimento, deslocamento).

**Tabela 2.** Artigos que utilizaram análise computadorizada da marcha.

Referência	Número de pacientes	Objetivo	Escalas e Instrumentos
Sutherland 1981 <sup>16</sup>	21 DMD	Investigar a biomecânica da marcha patológica do paciente com Duchenne	Sistema Óptico (4 câmeras analisadoras do movimento – 16 mm), Eletrônico (eletrodos de superfície para controle do movimento, osciloscópio Tektronix, oscilógrafo Soltec e uma câmera Hycam) e computadorizado (computador eletrônico do processador 118, Vanguard Motion Analyzer + Science Accessories Graf + Pen Sonic Digitizer)
Khodadadeh 1986 <sup>40</sup>	7 DMD 21 NL	Análise biomecânica dos movimentos gerados pelo joelho na marcha de indivíduos normais e com DMD	Plataforma de força Kistler + Vídeo gerador de vetor ORLAU, microcomputador Commodore 4032
Barret 1988 <sup>21</sup>	37 NL 61 DMD	Verificar as alterações no equilíbrio postural e centro de gravidade do paciente com DMD	Avaliação física descrita por Scott e col. (Escala MRC, <i>Hammersmith Locomotor Ability Scale, Walking times over 28 and 150 ft</i> ), Eletromiômetro, Plataforma de força (Hewlett-Packard model 3045DL data logger + computador HP85, Calculadoras automáticas e eletrônicas Ltd, Watfords Herts, UK)
Patte 2000 <sup>33</sup>	9 DMD	Determinar as desordens da marcha em meninos com DMD	Escala MRC, Diagrama de Todd et al, Classificação de Sutherland et al, Sistema Vicon® (5 vídeo-câmeras infra-vermelho + 2 plataformas de força + sistema de registro eletromiográfico), pista de 10m
Rennie 2000 <sup>34</sup>	7 PC 1 DMD	Avaliar o uso de vestimenta com lycra para o uso de membros inferiores em pacientes com DMD	<i>Root Mean Square Error</i> (RMSE), Sistema de análise de movimento 6 câmeras (Elite, BTS Milan) modelo 100Hz, Protocolo de Davis, pista de 12m
Armand 2005 <sup>32</sup>	2 SAMII 2 DMD	Analisar e comparar os padrões de marcha da SMAII e do DMD para explicar as diferenças existentes entre os dois padrões de marcha	Escala MRC. Sistema de análise de movimento 5 câmeras (Vicon®) frequência de 50Hz + 2 plataformas de força (AMTI®) frequência de 1000Hz, Sistema EMG de 10 canais (MA-100 Motion-Lab®) frequência de 1000Hz + eletrodos de superfície de 10Hz-30kHz, Protocolo de Davis, Vicon Clinical Manager (Vicon®)
McDonald 2005 <sup>36</sup>	16 DMD 20 NL CONTROLE	Avaliar a utilidade do SAM como uma avaliação quantitativa, investigar padrões de atividade em DMD ambulantes e, correlacionar o passo com as avaliações da composição corporal e força	Dinamômetro multi-articular LIDO + software LIDO, SAM ( <i>SleepWatch Activity Monitor</i> )

DMD- distrofia muscular de Duchenne; NL- normal; PC- paralisia cerebral; MRC- Medical Research Council; SAMII- amiotrofia espinhal do tipo II.

O *Walk time*<sup>27,32</sup> é um teste cronometrado em que se requisita ao indivíduo que ande o mais rápido possível em uma pista padronizada de 10 metros, de caráter cinemático quantitativo (variáveis tempo e distância).

O Protocolo de Avaliação WeeFIM<sup>33</sup> é uma escala de medida de independência para crianças que possui 18 itens organizados em 6 categorias, uma dessas categorias é a locomoção que recebe uma pontuação de 1 a 7 funcional, de caráter cinemático qualitativo.

O *Timed functional test*<sup>34</sup>, teste funcional que inclui marcha num percurso de 10 metros, registrado em segundos. Instrumento de caráter cinemático qualitativo (variável tempo, distância pré-determinada).

A Classificação de Sutherland<sup>35</sup> que classifica o DMD em 3 estágios distintos, de acordo com o valor de L(x), que é obtido com a seguinte fórmula  $L(x) = -0,252 + 0,032 \times \text{Cadência} \times 0,132 \times \text{inclinação}$

pélvica (= ângulo de anteversão do quadril em graus) + 0,147 x dorsiflexão (amplitude em graus da dorsiflexão do tornozelo na fase de balanço), escala de caráter cinemático qualitativo e quantitativo.

O *Root mean square error* (RMSE)<sup>36</sup> é utilizado para mensurar o grau de estabilidade, calculando a variabilidade sobre o número total de testes de marcha, escala de caráter cinemático quantitativo.

## DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, não observamos trabalhos que descrevessem ou citassem um critério para escolha do instrumento e/ou escala de análise da marcha no DMD, levantando a hipótese de que não existe uma padronização para a escolha, sendo que um mesmo instrumento e/ou escala foi utilizado para analisar diferentes estágios da DMD, doenças diversas, além de indivíduos “normais”. Saad et al<sup>37</sup> cita que a falta de sistemas e protocolos

validados e confiáveis faz com que seja necessária à observância de cuidados com a adoção de metodologias pré-definidas.

Observa-se grande variabilidade na nomenclatura utilizada para descrever as fases da marcha, dificultando a real compreensão, o pode-se observar inclusive em alguns livros texto e artigos coletados<sup>1,4-8,10-12,16,17</sup>.

Dos trabalhos incluídos, 12 utilizaram análise observacional a qual é considerada por muitos pesquisadores como subjetiva<sup>8,12,37</sup>. Andriacchi et al<sup>38</sup> e Saad et al<sup>37</sup> relatam que o olho humano não é capaz de observar eventos de alta velocidade, não permite o registro dos dados e depende da habilidade e do conhecimento do observador, levantando a hipótese de que essa análise apresenta grande variabilidade e pequena precisão, não podendo ser considerada como fidedigna e não garantindo o mesmo resultado se houver uma reprodução do trabalho. Apesar das restrições apresentadas na análise observacional, ela possui vantagens, tais como, execução fácil, rápida, simples e de baixo custo se comparada com os métodos de análise computadorizada<sup>37,39</sup>, enfatizando a praticidade do método observacional.

Em contrapartida encontramos 7 trabalhos utilizando instrumentos computadorizados. Saad et al<sup>37</sup> e Adams et al<sup>40</sup> relatam que os registros gráficos por computador, que permitem cálculos precisos de parâmetros, são a base do exame, apresentando dessa mesma forma maior quantidade de dados e possibilitando uma análise fidedigna das variáveis. Um dos problemas da análise computadorizada é a necessidade de um técnico especializado. Por ser um método mais preciso, torna-se necessário à utilização da análise computadorizada para atingir de forma fidedigna o parâmetro a serem analisados diminuindo assim a margem de erro. Porém, nos dois tipos de análise não está excluída a possibilidade do erro humano sendo apenas mais evidente na análise observacional.

Assim, como a maioria dos trabalhos incluídos utiliza um método observacional não tão fidedigno quanto ao computadorizado, deve-se questionar sobre quais seriam as vantagens da utilização desse método. Outra sugestão foi à ênfase que os trabalhos deram ao desfecho marcha, 3 de 12 artigos utilizando análise observacional tinham o objetivo de analisar a marcha enquanto 9 utilizaram a análise da marcha apenas como um item para o trabalho. Em contrapartida, 6 de 7 artigos

utilizando análise computadorizada tinham o objetivo primário de analisar a marcha. Desta forma totalizando 9 trabalhos cujo objetivo eram a análise da marcha, 6 utilizaram o método computadorizado. Uma explicação para tal fato é a questão do custo benefício, que se torna secundário quando o objetivo do trabalho é a análise da marcha, deixando claro que essa relação de custo benefício entre os dois métodos de análise determina prioridades para a seleção do método e escolha do melhor instrumento e/ou escala a serem utilizados.

## CONCLUSÃO

Os 14 instrumentos [escala Vignos, *Hammersmith locomotor ability scale*, *System of Zitter e Allsop modified*, Protocolo Italiano de análise funcional, Escala funcional adaptada por Swinyard e Deaver, Protocolo de Avaliação WeeFIM, Classificação de Sutherland, *Root mean square error (RMSE)*, *Walking times over 28 and 150 ft*, PCI (Índice de custo energético), *Timed performance test*, *Timed test of walking*, *Wak time e Timed functional test*] de análise da marcha observacional são em sua totalidade caracterizados como cinemáticos, existindo apenas recursos que forneçam dados cinéticos, contudo é escassa a quantidade de artigos que especificam o tipo de instrumento e recurso utilizado para a análise da marcha, sendo necessários mais estudos com o intuito de verificar quais os melhores instrumentos de análise da marcha em indivíduos com DMD, uma vez que não há grande quantidade de instrumentos específicos para esta análise.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Inman VT, Ralston HJ, Todd G. A Locomoção Humana. In: Rose J, Gamble JG. *Marcha Humana*. 2ª ed. São Paulo: Premier; 1998, pp. 1-21.
2. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Essentials of exercise physiology*. 2ª ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000, 537p.
3. Ishida RS. Nomenclatura em Análise de Marcha. In: Saad M. *Análise de Marcha — Manual do CAMO — SBMFR*. Comitê de Análise de Movimentos da Sociedade de Medicina Física e Reabilitação. São Paulo: Lemos, 1997, pp. 17-24.
4. Smith LK, Weiss EL, Lehmkuhl LD. *Cinesiologia Clínica de Bruntrom*. 5ª ed. São Paulo: Manole, 1997, 500p.
5. O'Sullivan SB, Schmitz TJ. *Fisioterapia: Avaliação e Tratamento*. 4ª ed. São Paulo: Manole, 2004, 307p.
6. Gross J, Fetto J, Rosen E. *Exame Musculoesquelético*. Porto Alegre: Artmed, 2000, 438p.
7. Burns YR, MacDonald J. *Fisioterapia e Crescimento na Infância*. 1ª ed. São Paulo: Santos, 1999, 45p.
8. Viel E. *A Marcha Humana Corrida e o Salto — Biomecânica, investigações, normas e disfunções*. 1ª ed. São Paulo: Manole, 2001, 140p.
9. Davies PM. *Passos a seguir. Um manual para o tratamento da Hemiplegia no adulto*. São Paulo: Manole, 1996, 350p.
10. Shumway-Cook A, Baldwin M, Polissar NL, Gruber W. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. *Phys Ther* 1997; 77:812-9.

11. Ramalho Jr A. Prefácio à edição em português. In: Rose J, Gamble JG. *Marcha Humana*. 2ª ed. São Paulo: Premier, 1993, p. XIII.
12. Rose J, Gamble JG. *Marcha Humana*. 2ª ed. São Paulo: Premier, 1993.
13. Battistella LR. A análise do movimento como ferramenta da reabilitação. In: Saad M. *Análise de Marcha — Manual do CAMO — SBMFR. Comitê de Análise de Movimentos da Sociedade de Medicina Física e Reabilitação*. São Paulo: Lemos, 1997, pp. 5-9.
14. Nelson AJ. Functional ambulation profile. *Phys Ther* 1974;54:1059.
15. Van Swearingen JM, Paschal K, Bonino P, Yang J. The Modified Gait Abnormality Rating Scale for recognizing the risk of recurrent falls in community-dwelling elderly adults. *Phys Ther* 1996;76(9):994-1002.
16. Stokes M. *Neurologia para Fisioterapeutas*. São Paulo: Premier, 2000, 117p.
17. Bach JR. *Guia de exames e tratamentos das doenças neuromusculares*. São Paulo: Santos, 2004, pp. 5-11.
18. Sutherland DH, Olshen R, Coopoe L, Wyatt M, Leach J, Scott M, et al. The Pathomechanics of Gait in Duchenne Muscular Dystrophy. *Develop Med Child Neurol* 1981;23(1):3-22.
19. Khodadadeh S, McClelland MR, Patrick JH, Edwards RHT, Evans GA. Knee movements in Duchenne Muscular Dystrophy. *Lancet* 1986;2(8506):544-55.
20. Armand S, Mercier M, Watelain E, Patte K, Pelissier J, Rivier F. A comparison of gait in spinal muscular atrophy, type II and Duchenne muscular dystrophy. *Gait Posture* 2005;21:369-78.
21. Edwards RHT, Chapman SJ, Newham DJ, Jones DA. Practical analysis of variability of muscle function measurements in Duchenne Muscular Dystrophy. *Muscle Nerve* 1987;10(1):6-14.
22. Vignos PJ, Wagner MB, Karlinchak B, Katiirji B. Evaluation of a Program for Long-Term Treatment of Duchenne Muscular Dystrophy. *J Bone Joint Surg Am* 1996;78(12):1844-52.
23. Barret R, Hyde AS, Scott OM, Dubowitz V. Changes in center of gravity in boys with Duchenne Muscular Dystrophy. *Muscle Nerve* 1988;11(11):1157-63.
24. Heckmatt JZ, Hyde AS, Gabain A, Dubowitz V. Therapeutic trial of isaxonine in Duchenne Muscular Dystrophy. *Muscle Nerve* 1988;11(8):836-47.
25. Thompson N, Robb SA. Rational management of gait pathology in Duchenne Muscular Dystrophy. *Gait Posture* 1995;3(4):285.
26. Dubowitz V, Kinali M, Main M, Mercuri E, Muntoni F. Remission of clinical signs in early Duchenne muscular dystrophy on intermittent low-dosage prednisone therapy. *Eur J Paediatr Neurol* 2002;6:153-9.
27. Hyde SA, Steffensen BF, Floystrup I, Glent S, Kroksmark AK, Salling B, et al. Longitudinal data analysis: an application to construction of a natural history profile of Larson CM, Henderson RC. *Bone Mineral Density and Fracture in Boys with Duchenne Muscular Dystrophy*. *Neuromuscular Disorders* 2001;11(2):165-70.
28. Taktak DM, Bowker P. Lightweight, Modular Knee-Ankle-Foot Orthosis for Duchenne Muscular Dystrophy: Design, Development, and Evaluation. *Arch Phys Med Rehabil* 1995;76(12):1156-62.
29. Thompson N, Robb SA. The Orthotic Management of Gait Pathology in Duchenne Muscular Dystrophy. *Physiotherapy* 1995;81(8):459.
30. Bonifati MD, Ruzza G, Bonometto P, Berardinelli A, Gorni K, Orcesi S, et al. A multicenter, double-blind, randomized trial of deflazacort versus prednisone in Duchenne Muscular Dystrophy. *Muscle Nerve* 2000;23(9):1344-7.
31. Larson CM, Henderson RC. Bone Mineral Density and Fracture in Boys with Duchenne Muscular Dystrophy. *J Pediatr Orthop* 2000;20(1):71-4.
32. Cohen L, Morgan J, Babbs R, Karrison TG, Giacomoni M. Fast Walking Velocity in Healthy and Duchenne Muscular Dystrophy: A Statistical Analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 1984;65(7):573-8.
33. Bakker JPJ, de Groot IJM, Beelen A, Lankhorst GJ. Predictive factors of cessation of ambulation in patients with Duchenne Muscular Dystrophy. *Am J Phys Med Rehabil* 2002;81(12):906-12.
34. Yilmaz O, Karaduman A, Topaloglu H. Prednisolone therapy in Duchenne muscular dystrophy prolongs ambulation and prevents scoliosis. *Eur J Neurol* 2004;11(8):541-4.
35. Patte K, Pélissier J, Bénaim C, Laassel EM, Guibal C, Echenne B. Analyse de la marche au cours de la dystrophie musculaire de Duchenne. *Ann Réadaptation Méd Phys* 2000;43:57-68.
36. Rennie DJ, Attfield SF, Morton RE, Polak FJ, Nicholson J. An evaluation of lycra garments in the lower limb using 3-D gait analysis and functional assessment (PEDI). *Gait Posture* 2000;12:1-6.
37. Saad M, Tellini GG. *Análise Observacional da Marcha*. In: Saad M, Battistella LR (orgs). *Análise de Marcha — Manual do CAMO — SBMFR. Comitê de Análise de Movimentos da Sociedade de Medicina Física e Reabilitação*. São Paulo: Lemos, 1997, pp. 37-46.
38. McDonald CM, Widman LM, Walsh DD, Walsh AS, Abresch RT. Use of Step Activity Monitoring for Continuous Physical Activity Assessment in Boys With Duchenne Muscular Dystrophy. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:802-8.
39. Andriacchi TP, Ogle JA, Galante JO. Walking speed as a basis for normal and abnormal gait measurements. *J Biomechan* 1977;10:261-8.
40. Adams JM, Perry J. *Análise da Marcha: Aplicação Clínica*. In: Rose J, Gamble JG. *Marcha Humana*. 2ª ed. São Paulo: Premier, 1993, pp. 147-74.