DENISE CARDOSO RIBEIRO PAPA

**Tempo de movimento em função do nível de dificuldade na
distrofia muscular de Duchenne**

São Paulo

2015

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – FMUSP

DENISE CARDOSO RIBEIRO PAPA

**Tempo de movimento em função do nível de dificuldade na
Distrofia Muscular de Duchenne**

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Ciências**

Programa de Ciências da Reabilitação

**Orientador: Prof. Dr. Carlos Bandeira de
Mello Monteiro**

São Paulo

2015

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO PARCIAL OU TOTAL DESTE ESTUDO, POR MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE PESQUISA E ESTUDO, DESDE QUE AS FONTES SEJAM CITADAS

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Papa, Denise Cardoso Ribeiro

Tempo de movimentação em função do nível de dificuldade na distrofia muscular de Duchenne / Denise Cardoso Ribeiro Papa. -- São Paulo, 2015.

Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Ciências da Reabilitação.

Orientador: Carlos Bandeira de Mello Monteiro.

Descritores: 1.Movimento 2.Estudos de tempo e movimento 3.Destreza motora
4.Distrofia muscular de Duchenne 5.Reabilitação

USP/FM/DBD-428/15

Nome: Denise Cardoso Ribeiro Papa

Título: Tempo de movimento em função do nível de dificuldade na distrofia muscular de Duchenne

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Aos meus filhos Julia e Pedro, com todo meu amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Carlos Bandeira de Mello Monteiro, orientador e amigo, pela oportunidade, confiança, amizade e pela dedicação incansável na condução deste trabalho.

Aos meus filhos Julia e Pedro, que me estimulam todos os dias a ser uma pessoa melhor. Amo vocês infinitamente.

Ao meu marido Alexandre, pelo amor, cumplicidade e pelo apoio incondicional.

A toda minha família, em especial, aos meus pais, pelo incentivo e dedicação em todos os momentos da minha vida.

As amigas da pós-graduação e da vida: Talita Dias da Silva, Thais Massetti e Silvia Pinheiro Malheiros, primeiramente pela amizade, não há no mundo presente melhor.

A Talita que participou e me ajudou em todas as etapas do trabalho. Obrigada pela paciência e dedicação.

A Thais pelo incentivo e por estar sempre disposta a ajudar.

A Silvia pela paciência, apoio e por ser um exemplo de pessoa.

Um agradecimento especial a todos os meninos que participaram deste estudo.

RESUMO NA LÍNGUA PORTUGUESA

Papa DCR. *Tempo de movimento em função do nível de dificuldade na distrofia muscular de Duchenne* [Dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2015.

Distrofia muscular de Duchenne (DMD) é a forma mais severa das distrofias e considerando as dificuldades que caracterizam a doença, o objetivo deste trabalho é avaliar o tempo de movimento durante uma tarefa com diferentes níveis de dificuldade e verificar se a dificuldade na execução do movimento prevalece em realizar a tarefa quando a demanda for velocidade ou acurácia. Participaram 17 indivíduos com DMD (com média de idade de $15 \pm 2,2$) e 17 indivíduos com desenvolvimento típico (DT), pareados por sexo e idade. A tarefa que avalia a relação velocidade e acurácia de movimento, baseada na Lei de Fitts, consiste na realização de movimentos manuais direcionados a um alvo, em 3 índices de dificuldade (ID). O tempo de movimento foi obtido por meio da divisão entre segundos pré-estabelecidos para a tarefa (10) e o número de toques realizados no alvo. O software que simulou a tarefa foi “Fitts Reciprocal Aiming Task v.1.0 (Horizontal)”. A MANOVA demonstrou diferenças estatisticamente significantes nos dados de dispersão do tempo de movimento entre o grupo DMD (r^2 : $M= 0.70$, $SD=0.04$) e o grupo DT (r^2 : $M= 0.85$, $SD=0,04$) [$F(1,32)=5,93$; $p=0,021$; $\eta^2=0.16$] e nos valores do intercepto [$F(1,32)=5.16$; $p=0.030$; $\eta^2=0.14$], com maior tempo de movimento no grupo DMD ($M= 321$ ms, $SD= 73$ ms) comparado ao grupo DT ($M= 86$ ms; $SD= 73$). A ANOVA indicou efeito para grupos entre os ID, exceto entre ID4 e ID6. Os indivíduos do grupo

DMD apresentaram um tempo significativamente maior se comparado ao grupo DT apenas nos ID2 e ID4. No ID6, onde há maior exigência por acurácia, os grupos tiveram desempenho semelhante. Estes dados demonstram que o desempenho dos indivíduos com DMD é mais afetado quando a tarefa envolve velocidade.

Palavras-Chave: movimento, estudos de tempo e movimento, destreza motora, distrofia muscular de Duchenne, reabilitação.

RESUMO EM INGLÊS - ABSTRACT

Papa DCR. *Evaluation of movement time as a function of level of difficulty in Duchenne muscular* [Dissertation]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2015.

Duchenne muscular dystrophy (DMD) is the most severe form of all the dystrophies, and taking into account the motor difficulties that characterize the disease, the aim of this study was to evaluate movement time during a task at various levels of difficulty and verify whether the difficulty in task execution in movement had prevalence over the demand of speed or accuracy. The DMD group comprised of 17 individuals (mean age 15 years ± 2.2) who were age- and sex-controlled matched paired with 17 individuals with typical development (TD group). The task which evaluates speed and accuracy of movement was based on Fitts' Law, consisting on the execution of manual movements aimed at a target at 3 different indices of difficulty (ID). Movement time was obtained through division, pre-established in seconds, for a task and the number of touches performed to target. The software which simulated the task was "Fitts' Reciprocal Aiming Task v.1.0 (Horizontal)". MANOVA demonstrated statistically significant differences in dispersion data of between DMD group (r^2 : $M = 0.70$, $SD = 0.04$) and TD group (r^2 : $M = 0.85$, $SD = 0.04$) [$F(1,32) = 5.93$; $p = 0.021$; $\eta^2 = 0.16$] and intercept values [$F(1,32) = 5.16$; $p = 0.030$; $\eta^2 = 0.14$], with greater movement time in DMD group ($M = 321$ ms, $SD = 73$ ms) compared to TD group ($M = 86$ ms; $SD = 73$). ANOVA indicated effect among groups between ID, except among ID4 and ID6.

Individuals in DMD group had significantly longer movement time when compared to DT group only in ID2 and ID4. In ID6, where there is greater demand on the accuracy of the movement, the groups had similar performance. These data show that the development of individuals with DMD is more affected when the task involves speed.

Descriptors: movement; time and motion studies; motor skill; muscular dystrophy, Duchenne; rehabilitation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES, FIGURAS E TABELAS

Figura 1	Equação matemática proposta por Fitts	Pag. 26
Figura 2	Ilustração da tarefa e os respectivos índices de dificuldade	Pag. 30
Figura 3	Gráfico representa a análise de regressão linear (média) usando valores de b_0 , b_1 e r^2 .	Pag. 35
Tabela 1	Score obtido dos sujeitos para os testes de funcionalidade	Pag. 28
Tabela 2	Correlação de Pearson entre os valores de b_0 , b_1 e r^2 , idade e pontuação na escala MFM D3 e total.	Pag. 36

LISTA DE SIGLAS

DMD	Distrofia muscular de Duchenne
DT	Desenvolvimento típico
ID	Índice de dificuldade
TM	Tempo de movimento
GDMD	Grupo distrofia muscular de Duchenne
GDT	Grupo desenvolvimento típico
MFM	Motor Function Measure Scale
VCFM	Velocidade de condução da fibra muscular

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. MÉTODO	22
2.1 Participantes	23
2.2 Instrumentos	24
2.4 Avaliação Funcional.....	27
2.5 Procedimentos	29
2.6 Análise dos dados	30
3. RESULTADOS	32
4. DISCUSSÃO	37
5. CONCLUSÃO	44
6. REFERÊNCIAS	46
7. ANEXOS	54
7.1 Comitê de Ética	55
7.2 Termo de consentimento livre e esclarecido	56
7.3 (MFM) Motor Function Measure Scale	60

1. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Distrofia muscular de Duchenne (DMD) é uma doença genética, recessiva, ligada ao cromossomo X. Considerada a forma mais severa de distrofia muscular, tem caráter progressivo, afeta 1 em cada 3.600-6.000 nascidos vivos do sexo masculino e caracteriza-se pela ausência da proteína distrofina nas biópsias musculares (Arechavala-Gomez *et al.*, 2010; Bushby *et al.*, 2010a; b; Flanigan, 2014). A distrofina é essencial para manter a integridade estrutural das membranas musculares durante a contração; sua ausência resulta em dano da fibra muscular, inflamação crônica e fibrose causando fraqueza muscular e morte, geralmente, na terceira década de vida, devido a complicações cardíacas e pulmonares (Wallace e McNally, 2009; Snow, Anderson e Jakobson, 2013).

A fraqueza muscular tem caráter progressivo, irreversível e se manifesta na primeira década de vida (entre 2 a 5 anos de idade) de forma simétrica na região proximal do corpo com evolução para regiões distais, com fraqueza acentuada de cintura pélvica seguida da cintura escapular, causando alterações de postura e atrasos em marcos motores importantes (Kinali *et al.*, 2009). Há dificuldade para andar, correr, levantar-se do chão, subir e descer escadas e a maioria dos indivíduos apresenta frequentes quedas (Kinali *et al.*, 2009; Manzur e Muntoni, 2009). Conforme a doença progride, a maioria dos pacientes apresenta sintomas diversos, incluindo contraturas articulares, escoliose agravada por lordose lombar (Jung *et al.*, 2011; Allam e Schwabe, 2013),

cardiomiopatia dilatada e dispnéia devido à falência da musculatura respiratória (Chu *et al.*, 2002; Ammendola *et al.*, 2006). Além disso, a distrofina está presente em muitas regiões do cérebro, incluindo o córtex cerebral, hipocampo e cerebelo e há evidências de que a ausência da distrofina no SNC produz alterações significativas na função neural (Lidov *et al.*, 1990; Mehler, 2000; Anderson *et al.*, 2002; Cyrulnik *et al.*, 2008).

O diagnóstico é realizado na infância e as características motoras se agravam na adolescência, principalmente pela dependência na locomoção com o uso de cadeira de rodas (Bushby *et al.*, 2010a), que ocorre, em média, entre 10 e 13 anos (Santos *et al.*, 2006). Embora não haja cura, recentes avanços terapêuticos têm aumentado a expectativa de vida dos indivíduos com DMD (Snow, Anderson e Jakobson, 2013).

Em função das alterações motoras presentes na DMD é relevante utilizar os conhecimentos advindos do controle motor com intenção de buscar evidências científicas consistentes e contribuir para o desenvolvimento de programas de intervenção diferenciados. Desta forma, compreender a ação conjunta do sistema nervoso central com os músculos para produzir ações motoras coordenadas e controladas é uma preocupação dos pesquisadores da área de comportamento motor (Oliveira *et al.*, 2010) e apesar do desenvolvimento observado nesta área, diversas questões sobre a repercussão das disfunções do movimento na vida de indivíduos, bem como a melhor forma de tratá-las, ainda permanecem sem resposta.

De acordo com (Beamish *et al.*, 2006) uma propriedade intrínseca do controle motor humano é a relação existente entre velocidade e acurácia do movimento. O modelo matemático dessa relação foi desenvolvido por Fitts, 1954 e classicamente descrita como a lei de Fitts, a qual estabelece uma relação inversamente proporcional entre a velocidade com que um segmento corporal é deslocado e a acurácia que se obtém com esse movimento. O tempo de movimento (o qual reflete a velocidade) que um indivíduo necessita para atingir alvos distantes e/ou estreitos são maiores se comparados ao tempo de movimento (TM) para alvos mais próximos e mais largos. Portanto, esta lei descreve a relação entre velocidade e acurácia de movimento e considera que a duração dos movimentos realizados depende do tamanho (largura) e distância do alvo (Ifft, Lebedev e Nicoletis, 2011).

Muitas pesquisas foram desenvolvidas utilizando este modelo matemático, em especial, pela simplicidade proposta na relação entre velocidade/acurácia - distância/largura de alvos e sua importância está na possibilidade de avaliação do sistema sensorio motor em diferentes cenários (Hay, 1981; Wiker, Langolf e Chaffin, 1989; Smits-Engelsman, Rameckers e Duysens, 2007; Lam *et al.*, 2009; Corben *et al.*, 2011; Hocking *et al.*, 2011; Zimmerli *et al.*, 2012).

Embora, atualmente, pesquisadores da área de controle do movimento estejam interessados em detalhar a qualidade e os efeitos de fatores externos sobre o controle do movimento, a relação entre velocidade e acurácia ainda é comumente utilizada para a correlação de dados em diferentes trabalhos

(Hoffmann, 2013). Verifica-se estudos direcionados para comparações no tempo de movimento durante ações unimanuais e bimanuais (Kelso, Southard e Goodman, 1979; Ashworth-Beaumont e Nowicky, 2013; Srinivasan, Martin e Reed, 2013), em movimentos realizados por pessoas em diferentes faixas etárias (Hay, 1981; Smits-Engelsman, Rameckers e Duysens, 2007) e para várias situações que necessitem mensurar e comparar valores de índice de dificuldade em pessoas sem alterações motoras (Hay, 1981; Wiker, Langolf e Chaffin, 1989; Ashworth-Beaumont e Nowicky, 2013) ou com alguma deficiência (Smits-Engelsman, Rameckers e Duysens, 2007; Lam *et al.*, 2009; Corben *et al.*, 2011; Hocking *et al.*, 2011; Zimmerli *et al.*, 2012).

Segundo Ashworth-Beaumont e Nowicky, 2013, a utilização da relação velocidade e acurácia permite o rastreamento de habilidades motoras em tarefas que demandam destreza. Ao refletir sobre os tipos de ações do dia a dia, percebe-se que é importante ter a capacidade de realizar tarefas dentro de um limite de tempo determinado e com algum nível de acurácia, como pegar um objeto ou mesmo teclar um texto no computador e para isso o indivíduo deve recrutar com sucesso os recursos de controle sensório-motor para conseguir um movimento com acurácia confiável e eficiência energética. Entretanto, quando um feedback apropriado é fornecido, as pessoas ainda podem fazer enormes melhorias no desempenho, ou seja, podem tornar-se mais rápidas, mais precisas, ou ambos (Elliott *et al.*, 2010; Ashworth-Beaumont e Nowicky, 2013).

A capacidade de ajustar corretamente o movimento e a aplicação de força muscular necessária para executar uma tarefa, pode estar comprometida em

peessoas com DMD, portanto, a dificuldade de executar ações com rapidez e acurácia de forma simultânea, afetam diretamente o desempenho em tarefas motoras do dia-dia.

Neste contexto, a relação velocidade e acurácia de movimento podem subsidiar respostas em relação ao controle motor de indivíduos com DMD em diferentes tarefas funcionais, manipulando-se a dificuldade por meio do tamanho e distância do alvo (Hocking *et al.*, 2011). Segundo Beamish *et al.*, 2006 e Beamish *et al.*, 2009, tarefas baseadas nesta relação também podem ser aplicadas como método adicional para estimar atrasos no circuito motor responsável por tais características de movimento.

A alteração de força muscular, predominantemente proximal, presente em indivíduos com DMD, pode ter influência sobre o controle do movimento (Smith, Dainoff e Smith, 2006; Kinali *et al.*, 2009). Mento, Tarantino e Bisiacchi, 2011 descrevem que os déficits musculares que caracterizam o perfil clínico da DMD podem afetar significativamente o desempenho em tarefas, particularmente, naquelas que necessitam de execução motora, como na escrita, por exemplo, portanto, também há indícios de alteração motora fina nestes indivíduos.

Considerando as dificuldades motoras que caracterizam a doença, o objetivo deste trabalho é avaliar o tempo de movimento durante uma tarefa com diferentes níveis de dificuldade e verificar se a dificuldade na execução do movimento na DMD prevalece em realizar a tarefa quando a demanda for velocidade (capacidade de realizar movimento no menor espaço de tempo) ou

acurácia (necessidade de fazer um movimento dentro de espaço delimitado) e também verificar a diferença que existe entre pessoas com DMD e pessoas com desenvolvimento típico no que se refere a relação velocidade / acurácia.

Para verificar estes objetivos foi utilizada uma tarefa no computador, na qual os participantes utilizaram o mouse para direcionar o cursor e clicar alternadamente em duas barras paralelas, nas quais foram manipulados 4 tamanhos de alvos e quatro distâncias de movimento para fornecer diferentes índices de dificuldade. Em cada tentativa, os participantes tiveram o tempo de movimento (TM) registrado para verificar se há relação entre distância e largura dos alvos.

As alterações musculares e deficiências em áreas centrais responsáveis pelo controle do movimento na DMD (Mehler, 2000; Anderson *et al.*, 2002; Uchikawa *et al.*, 2004; Cyrulnik *et al.*, 2008) nos permite formular a hipótese que tarefas baseadas na relação velocidade e acurácia podem apontar diferenças nos padrões de comportamento motor e que indivíduos com DMD apresentam maior tempo de movimento para realizar as tarefas propostas se comparado a seus pares do grupo com desenvolvimento típico (GDT). Assim como, espera-se maior dificuldade no grupo com DMD (GDMD) quando a demanda da tarefa for velocidade, pois com maior distância entre os alvos é necessária maior amplitude de movimento e força muscular quando comparada a tarefa com acurácia. É provável que exista relação entre velocidade e acurácia de movimento, porém com diferença de performance entre o GDMD e o GDT. Se a hipótese for confirmada, as diferenças podem estar relacionadas com o

desempenho em tarefas motoras e, finalmente, proporcionar importante contribuição na busca de estratégias terapêuticas para estes indivíduos.

2. MÉTODO

MÉTODO

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo sob o protocolo de número CAAE: 12689513.3.0000.0065 (Anexo I). O termo de consentimento livre e esclarecido foi fornecido aos participantes e/ou seus responsáveis legais (Anexo II).

2.1 Participantes

Participaram deste estudo 34 indivíduos divididos em 2 grupos: O primeiro grupo composto por 17 indivíduos com distrofia muscular de Duchenne (GDMD) com média de idade de 15 anos e desvio padrão de 2.2 (Min:12 / Max: 20) todos do sexo masculino que frequentavam a Associação Brasileira de Distrofia Muscular (ABDIM) e o segundo grupo composto por 17 indivíduos com desenvolvimento típico (GDT) pareados por sexo e idade com o GDMD para compor o grupo controle.

Foram incluídos na pesquisa os indivíduos que estavam em atendimento clínico na Associação Brasileira de Distrofia Muscular (ABDIM), com diagnóstico confirmado por método molecular e/ou por expressão proteica do músculo esquelético e que assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido ou termo de assentimento com a autorização dos pais / responsáveis (para os menores de 18 anos).

Os critérios de exclusão foram: presença de deformidades osteoarticulares e alterações cognitivas (avaliadas clinicamente por profissional da área) que impedissem a realização da tarefa.

2.2 Instrumentos

Para execução dos procedimentos, o software que simulou a tarefa relacionando velocidade e acurácia de movimento foi o “Fitts Reciprocal Aiming Task v.1.0 (Horizontal) ” de domínio público (<http://okazaki.webs.com> – disponível da internet em 01/09/2010). Optou-se por utilizar a tarefa em computador pela precisão nos registros de tempo de movimento e na obtenção do número de toques errados e por considerar os benefícios que a computação pode propiciar para a funcionalidade de indivíduos com DMD.

Para análise dos dados considerou-se a relação entre velocidade e acurácia de movimento descrita pela equação matemática proposta por Fitts, 1954 (Figura 1), onde há uma relação log-linear entre tempo de movimento e dificuldade da tarefa, com alvos de tamanhos e distâncias variados exigindo diferentes tempos para alcance das metas (Boyd *et al.*, 2009; Lam *et al.*, 2009).

Na medida em que o tamanho do alvo é reduzido, ou na medida em que a distância se torna maior a velocidade do movimento diminui para que o movimento seja acurado. Devido à informação intrínseca entre o tamanho do alvo (D) e a distância entre eles (L), a equação $\log_2(2D/L)$ fornece um índice de dificuldade (ID) para as habilidades de direcionamento onde, quanto maior for o

ID, mais difícil será a tarefa. Tarefas mais difíceis exigirão maior tempo de movimento (Fitts, 1954).

Para verificar a diferença entre velocidade e acurácia utilizou-se três índices de dificuldades diferentes (ID2; ID4 e ID6) sendo que cada índice teve modificação da largura e distância das barras com crescente nível de dificuldade. O ID4 foi aplicado de duas formas (ID4a e ID4b): no ID4a a distância e a largura das barras são maiores, no ID4b a distância entre as barras e a largura são menores, mantendo o mesmo ID (Figura 2).

Figura1. Equação matemática proposta por Fitts

2.4 Avaliação Funcional

Para avaliação da funcionalidade de cada indivíduo com DMD foi aplicada a escala Motor Function Measure Scale (MFM) (Anexo III). Esta escala foi validada e elaborada especificamente para distrofias musculares (Berard *et al.*, 2005; Iwabe, Miranda-Pfeilsticker e Nucci, 2008) e avalia várias tarefas funcionais, desde abdução dos ombros até os movimentos distais que podem ser medidos em indivíduos ambulantes e não-ambulantes.

Os itens relacionados com a função distal fornecem informações úteis sobre habilidades, que refletem a função necessária para usar um 'joystick' da cadeira de rodas, um computador com mouse ou tela sensível ao toque (Mazzone *et al.*, 2012).

A MFM é composta por 32 itens (tarefas), divididos em três domínios que fornecem um perfil da deficiência física: (D1) transferências e postura em pé; (D2) capacidade motora axial e proximal e (D3), capacidade motora distal. A pontuação de cada item utiliza uma escala de 4 pontos considerando as habilidades máximas do sujeito e assistência necessária: 0= não pode iniciar o exercício ou não pode manter a posição de partida, 1= completa parcialmente o exercício, 2= completa o exercício com compensações, lentidão ou óbvia falta de jeito, e 3= completar o exercício com um padrão funcional.

O método de pontuação de cada item é detalhado no manual disponível em Inglês, Francês, Espanhol, Português, Alemão, Holandês e Turco (download a partir www.mfm-nmd.org) do usuário. Os 32 pontos para as 32 tarefas são

somados para produzir uma pontuação total que é, então, expressa em percentagem da pontuação máxima possível (sem deficiência física) X 100: quanto menor é a pontuação total, mais grave é o comprometimento. Cada um dos 3 subscores (D1, D2 e D3) é também expresso como uma percentagem da pontuação máxima possível em cada dimensão (Vuillerot *et al.*, 2012).

Tabela 1. Score obtido dos sujeitos para os testes de funcionalidade

Sujeito	Idade	MFMTot %	MFM-D3 %
1	15	35.45	76.19
2	15	52.08	76.19
3	16	61.45	95.23
4	13	82.29	95.24
5	13	45.83	66.66
6	12	28.12	61.9
7	17	61.46	95.24
8	20	19.79	57.14
9	17	40.62	80.95
10	17	22.91	61.9
11	18	37.5	76.19
12	15	44.79	90.47
13	12	86.45	100
14	16	22.91	61.9
15	15	44.79	90.47
16	13	84.38	100
17	18	21.87	52.38

2.5 Procedimentos

Os indivíduos foram posicionados em uma mesa, de altura regulável, com o computador instalado a frente. A cadeira foi ajustada de acordo com o tamanho e necessidade do indivíduo, assim como o apoio para os pés, de tal forma que o posicionamento fosse adequado para viabilizar o início e a finalização da tarefa. Para os cadeirantes foi utilizada a própria cadeira de rodas. Antes de iniciar a tarefa, os procedimentos foram informados verbalmente para os indivíduos: o executante deveria colocar uma de suas mãos sobre o mouse, sendo que o cursor (visualizado no computador) deveria estar em um ponto intermediário entre os dois alvos (barras laterais). Após a posição inicial, o indivíduo foi instruído a utilizar o mouse para movimentar o cursor e clicar em cima dos alvos - duas barras, que ficam dispostas paralelamente na vertical, com dimensões e distância determinadas de acordo com cada índice de dificuldade (ID) (figura 2), de forma alternada e mais rápida possível. O indivíduo foi informado que poderia iniciar o movimento com a mão dominante a partir do alarme sonoro deflagrado pelo computador para início da tarefa.

Após 10 segundos um novo alarme sonoro indicava o fim da tarefa. Em seguida, foi registrado o tempo de movimento total, obtido por meio da divisão entre segundos pré-estabelecidos para a tarefa (10) e o número de toques ($10/\text{número de toques}$). Caso o participante excedesse 2 toques errados, deveria repetir a respectiva tarefa.

A tarefa foi composta por três tentativas em cada um dos índices de dificuldade (ID 2, ID4a, ID4b e ID6).

Figura 2. Ilustração da tarefa e os respectivos índices de dificuldade

2.6 Análise dos dados

A análise foi realizada obtendo-se os valores de b_0 (intercepto), b_1 (inclinação) e r^2 (índice de determinação) de cada participante, considerando cada tentativa nos três índices de dificuldade. Utilizou-se MANOVA One-way para comparar as médias dos grupos nas três variáveis de interesse (b_0 , b_1 e r^2). Para verificar associações entre desempenho na escala motora, idade,

inclinação da reta (b_1), intercepto (b_0) e os dados de dispersão do tempo de movimento (r^2) foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson. A ANOVA foi realizada para explorar os efeitos do ID sobre o TM e análise de regressão múltipla para encontrar quais fatores influenciam no TM do GDMD.

3. RESULTADOS

RESULTADOS

Em virtude da violação do pressuposto de simetria composta, foi necessário ajustar a estatística F pelo procedimento de Hotelling's Trace. A MANOVA foi utilizada no *slope* da linha de regressão e não houve diferença estatística entre os grupos em relação a inclinação da curva. Entretanto, encontrou-se diferença estatística entre os dados de dispersão do tempo de movimento entre os grupos DMD (r^2 : M= 0.70, SD=0.04) e DT (r^2 : M= 0.85, SD=0,04) [$F(1,32)=5,93$; $p=0,021$; $\eta^2=0.16$] (Figure 6).

Os valores do intercepto apresentaram diferenças estatisticamente significantes [$F(1,32)=5.16$; $p=0.030$; $\eta^2=0.14$], com maior tempo de movimento no GDMD (M= 321 ms, SD= 73 ms) comparado ao grupo GDT (M= 86 ms; SD= 73).

A ANOVA para medidas repetidas com os fatores de Grupos (DMD, DT) e ID (2, 4a, 4b, 6) foi realizada para explorar os efeitos do ID sobre tempo de movimento.

ID2 – ID4a

Houve diferença estatisticamente significativa para IDs [$F(1,32)=113,7$; $p<0,001$; $\eta^2=0,78$]. Este resultado mostra que o tempo de movimento aumentou significativamente do ID2 (M= 572 ms, DP= 22) para o ID4a (M=873 ms, DP= 40). Entretanto, nenhuma interação foi encontrada.

Um efeito principal para Grupos [$F(1,32)=14,0$; $p=0,001$; $\eta^2=0,31$] foi encontrado. Os indivíduos do GDMD ($M= 832$ ms, $DP= 40$) foram 219 ms (26%) mais lentos do que o GDT ($M= 613$ ms, $DP= 40$).

ID4a – ID4b

Não houve efeito principal ou interação entre os IDs.

Entretanto, um efeito principal entre Grupos foi encontrado [$F(1,32)=6,38$; $p=0,017$; $\eta^2=0,17$]. Os indivíduos do GDMD ($M= 1013$ ms, $DP= 70$) foram 249 ms (25%) mais lentos do que o GDT ($M= 764$ ms, $SD= 70$).

ID4b – ID6

Houve diferença estatisticamente significativa para IDs [$F(1,32)=39,9$; $p<0,001$; $\eta^2=0,55$]. Este resultado mostra que o tempo de movimento aumentou significativamente do ID4b ($M= 904$ ms, $DP= 64$) para o ID6 ($M=1295$ ms, $DP= 84$). Entretanto, nenhuma interação foi encontrada.

Não houve diferenças estatisticamente significante entre o GDMD ($M=1219$ ms, $DP=10$) e GDT ($M=981$ ms, $DP=10$), embora o GDMD foi 238 ms (20%) mais lentos que o GDT.

Em termos de diferença entre ID2 e ID6, o GDMD aumentou o TM de 674 ms para 1402 ms e o GDT aumentou de 471 ms para 1188 ms, respectivamente. O GDMD mostrou uma diferença de 728 ms (52%) do ID6 para ID2, enquanto o GDT mostrou uma diferença de 717 ms (60%).

Figura 3. Gráfico representa a análise de regressão linear (média) usando valores de b_0 , b_1 e r^2 .

Correlação de Pearson

Foram identificadas correlações significativas entre os valores de r^2 e da escala MFM-D3 e entre os valores da escala MFM-tot com a idade dos participantes (**Tabela 2**).

Tabela 2. Correlação de Pearson entre os valores de b0, b1 e r², idade e pontuação na escala MFM D3 e total.

Variáveis	Idade		MFM total		MFM D3	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
b0	0,210	0,418	-0,200	0,441	-0,285	0,267
b1	-0,117	0,656	-0,257	0,320	-0,169	0,517
r²	0,242	0,348	0,276	0,283	0,500*	0,041*
MFM total	-0,597*	0,011*	1	-	0,886*	<0,001*
MFM D3	-0,431	0,084	0,886*	<0,001*	1	-

*diferença estatisticamente significativa

MFM - total: escala de função motora *Motor Function Measure* na pontuação total; MFM – D3: escala de função motora *Motor Function Measure* no terceiro domínio.

Para se encontrar quais fatores influenciam o aumento no tempo de movimento entre as pessoas no GDMD, uma análise de regressão múltipla foi realizada entre o aumento no tempo de movimento entre ID2 e ID6, idade, MFM-total e MFM-D3. Isso revelou um significativo modelo de regressão $F(4,12)=7,19$, $p=0,003$, $r^2=,71$, resultando nas seguintes equações: aumento no tempo de movimento= $-,096^*$ idade e $-,013^*$ MFM-total. Em outras palavras, somente a idade e a performance no escore total na escala MFM podem prever o aumento no tempo de movimento.

4. DISCUSSÃO

DISCUSSÃO

Dentre os diferentes fatores estudados na área de controle motor, atualmente chama a atenção a investigação da velocidade e acurácia do movimento. Tal interesse se justifica pelo fato de que a maioria das habilidades manuais de direcionamento requer desempenho rápido e acurado. Entretanto, o tempo de movimento pode variar de indivíduo para indivíduo, em função do nível de controle e aquisição motora de cada um, o que mostra a capacidade e individualidade de adaptação do Sistema Nervoso humano a diferentes tarefas (Huys *et al.*, 2010).

Este estudo foi desenvolvido para verificar como diferentes níveis de dificuldade (relacionados a velocidade e acurácia) influenciam no desempenho motor de indivíduos com DMD. Para tanto, utilizou-se uma tarefa no computador que possibilitou o controle e modificação das variáveis velocidade e acurácia dos movimentos.

O comportamento apresentado pelos grupos respeitou a relação velocidade e acurácia, pois o tempo de movimento se correlacionou linearmente com o ID, como demonstrado no gráfico (figura 3). Em outras palavras, ambos os grupos apresentaram maior tempo de movimento à medida que se exige mais acurácia. Se a relação velocidade e acurácia, proposta por Fitts, se aplica a todos os indivíduos, isso indica que a relação é extremamente robusta e até mesmo indivíduos com alterações motoras podem aderir a ela (Smits-Engelsman, Rameckers e Duysens, 2007).

Em função das alterações motoras, uma das hipóteses iniciais foi que indivíduos com DMD apresentariam um tempo de movimento maior – em todos os índices de dificuldade - como consequência das limitações que caracterizam a doença. Esta hipótese foi parcialmente confirmada neste estudo. Observa-se diferença estatística no tempo de movimento do ID2 para o ID4a nos dois grupos e o GDMD apresentou acréscimo de 219 ms no tempo de movimento quando comparado ao GDT. Não houve diferença estatística em relação ao tempo de movimento entre o ID4a e o ID4b e este dado é coerente se considerarmos que a dificuldade foi mantida pela relação distância/larguras das barras, entretanto, novamente o grupo com DMD necessitou maior tempo de movimento para executar a mesma tarefa (acréscimo de 249 ms).

O maior tempo de movimento observado nos IDs 2 e 4 no GDMD pode estar relacionado as dificuldades na contração muscular, fraqueza e rigidez articular que limitam as atividades funcionais (Mayhew *et al.*, 2013; Janssen *et al.*, 2014), e também devemos considerar as alterações no Sistema Nervoso Central que caracterizam a doença. Gao *et al.*, 1996 e Cyrulnik *et al.*, 2008 citam que o cerebelo, região que apresenta alteração pela ausência de distrofina, está envolvido no controle de ações motoras e na discriminação de informações sensoriais e sua ação é, frequentemente, associada com tarefas motoras que exigem velocidade e acurácia podendo, portanto, contribuir para alterar o desempenho motor nestes indivíduos. Winstein, Grafton e Pohl, 1997 e Witney *et al.*, 2004 apontam que o córtex motor (a área que parece ser mais ativada durante a tarefa utilizada) é essencial para precisão e manipulação ágil de

objetos. Há relatos de que indivíduos com DMD, apresentam redução da excitabilidade do córtex motor e comprometimento da destreza manual bilateral (Lee *et al.*, 2002).

Apesar do pior desempenho do grupo com DMD, resultado interessante ocorreu ao comparar o ID4b com ID6, onde verificou-se também diferença estatística no TM para ambos os grupos, sendo o ID4b realizado com mais velocidade e acurácia, entretanto, destaca-se que não houve diferença entre os índices considerando os grupos (GDMD e GDT). Em outras palavras, o GDT apresentou desempenho superior ao GDMD nos demais Ids, mas esta diferença não ocorreu no ID6. Este resultado parece demonstrar que o GDMD apresenta mais dificuldade em realizar a tarefa quando a demanda enfatiza velocidade (nos ID2 e ID4 - onde as larguras dos alvos são maiores e mais fáceis de serem atingidos). No ID6 a largura do alvo é bem menor e ambos os grupos necessitaram reduzir seu tempo de movimento, pois a ênfase na realização da tarefa foi a acurácia.

Algumas suposições podem justificar a maior dificuldade na velocidade do que na acurácia para o grupo com DMD: (1) pesquisas apontam a correlação positiva entre fraqueza muscular e perda funcional com aumento progressivo do tempo para realização das habilidades motoras em indivíduos com DMD (Scott *et al.*, 1982; Caromano *et al.*, 2003; Sienko Thomas *et al.*, 2010). (2) outra suposição está relacionada a própria descrição histopatológica da DMD a qual a doença afeta seletivamente um subconjunto de fibras musculares esqueléticas do Tipo II, especializadas em contração e movimentos rápidos e o número de

fibras deste tipo (II) é severamente reduzida nestes indivíduos (Webster *et al.*, 1988; Li *et al.*, 2014). (3) outro ponto a ser considerado são as modificações na velocidade de condução da fibra muscular (VCFM) – velocidade que a fibra transmite os potenciais de ação antes da contração muscular. Alterações na VCFM afetam o tempo de reação, de tal forma que, quando ocorre o aumento da VCFM, características da dinâmica muscular são melhoradas e ao contrário, a diminuição da VCFM retarda a propagação de excitação da fibra, atrasando o tempo de contração muscular seguido por um declínio na velocidade do movimento (Murakami *et al.*, 2014). Cruz Martinez e Lopez Terradas, 1990 e Al-Ani, Hamdan e Shaikhly, 2001, citam que a velocidade de condução é significativamente mais lenta em indivíduos com DMD se comparados com indivíduos da mesma idade.

Também podemos considerar que os níveis de acurácia e TM do GDMD foram similares ao GDT no ID6, em função da idade dos indivíduos do GDMD. A função motora distal, embora limitada desde estágios precoces da doença, se agrava em idades mais avançadas do que o grupo estudado (Wagner, Lechtzin e Judge, 2007; Mattar e Sobreira, 2008). Apesar das hipóteses apresentadas, esta diferença entre velocidade e acurácia de movimento necessita ser melhor investigada em futuras pesquisas.

Achados adicionais do nosso estudo demonstram que a tarefa apresentou dados coerentes quanto as correlações significativas encontradas entre os valores de r^2 e da escala MFM-D3, indicando que quanto maior a funcionalidade distal de membros superiores, menor é a variabilidade do tempo de movimento

entre os toques realizados. Berard *et al.*, 2005 descreve que um bom desempenho na "Dimensão 3" da MFM reflete um alto nível de função motora distal dos membros superiores. Wagner, Lechtzin e Judge, 2007 enfatizam que a maioria dos adultos com DMD apresentam habilidades motoras limitadas, no entanto, alguns músculos dos membros superiores, especialmente os flexores dos dedos, podem estar preservados e propiciar ao indivíduos habilidades importantes para controlar um 'joystick' da cadeira de rodas, jogar jogos eletrônicos e usar o computador.

Por fim, a análise de regressão múltipla indica que a idade e a performance motora na escala MFM total são fatores que podem predizer o aumento do tempo de movimento de um ID para o outro. Sienko Thomas *et al.*, 2010 avaliaram função motora por meio de testes de desempenho motor cronometrado e verificaram uma correlação negativa entre MFM e os testes de desempenho motor, indicando que, quanto maior a função motora grossa, menor é o tempo para completar as tarefas motoras. A avaliação do tempo necessário para realização de atividades específicas tem se mostrado útil no estudo da evolução de atividades funcionais e, principalmente, na simplificação dos protocolos de avaliação de rotina (Caromano *et al.*, 2003).

Mattar e Sobreira, 2008 relatam que a força das mãos nos indivíduos com DMD reduz com a idade e é significativamente diferente em comparação com grupos controles e Bartels *et al.*, 2011, relatam uma relação entre a idade e a função motora distal do membro superior, predominantemente, entre 20 e 30 anos de idade, portanto, especialmente com o avançar da idade, a função

motora global é severamente prejudicada e grande variabilidade pode ser encontrada na função motora distal, na força muscular e na amplitude de movimento dos membros superiores.

Considerando a prática clínica, indivíduos com déficit neurológico apresentam como deficiência funcional primária a lentidão do movimento e a alteração de força muscular pode ter influência sobre o controle do movimento (Smith, Dainoff e Smith, 2006; Kim, Wininger e Craelius, 2010). Ainda que os indivíduos com DMD apresentem habilidades motoras de membros superiores com relativa capacidade funcional, as limitações de movimento e lentidão para o alcance preciso constituem uma desvantagem considerável nesta população.

Com base nos achados, podemos especular que direcionar o tratamento para tarefas que influenciem na velocidade do movimento pode ser mais importante do que focar na melhora da acurácia. Apesar desta especulação, a possibilidade de ajustar as dificuldades de acordo com a capacidade do indivíduo (Zimmerli *et al.*, 2012) e o desenvolvimento de atividades práticas do dia a dia com base na distância e tamanho de alvos é um fator que deve ser investigado em futuras pesquisas e constituir uma possibilidade adicional na reabilitação de indivíduos com DMD. Além disso, parâmetros como este, combinado com outras medidas de avaliação, poderia caracterizar de forma confiável, a progressão da doença e/ou eficácia de intervenções terapêuticas (Ganea *et al.*, 2012).

5. CONCLUSÃO

CONCLUSÃO

Os indivíduos com DMD apresentaram um tempo significativamente maior quando comparado ao grupo DT apenas nos ID2 e ID4. No ID6, onde há maior exigência por acurácia do movimento, os grupos tiveram desempenho semelhante. Pode se inferir que a dificuldade do grupo estudado foi maior quando a demanda da tarefa exigia velocidade.

6. REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

AL-ANI, F. S.; HAMDAN, F. B.; SHAIKHLY, K. I. In situ measurements of muscle fiber conduction velocity in Duchenne muscular dystrophy. **Saudi Med J**, v. 22, n. 3, p. 259-61, Mar 2001. ISSN 0379-5284 (Print)

0379-5284.

ALLAM, A. M.; SCHWABE, A. L. Neuromuscular scoliosis. **Pm r**, v. 5, n. 11, p. 957-63, Nov 2013. ISSN 1934-1482.

AMMENDOLA, E. et al. Is heart rate variability a valid parameter to predict sudden death in patients with Becker's muscular dystrophy? In: (Ed.). **Heart**. England, v.92, 2006. p.1686-7. ISBN 1468-201X (Electronic)

1355-6037 (Linking).

ANDERSON, J. L. et al. Brain function in Duchenne muscular dystrophy. **Brain**, v. 125, n. Pt 1, p. 4-13, Jan 2002. ISSN 0006-8950 (Print)

0006-8950.

ARECHAVALA-GOMEZA, V. et al. Revertant fibres and dystrophin traces in Duchenne muscular dystrophy: implication for clinical trials. **Neuromuscul Disord**, v. 20, n. 5, p. 295-301, May 2010. ISSN 0960-8966.

ASHWORTH-BEAUMONT, J.; NOWICKY, A. A new method for tracking of motor skill learning through practical application of Fitts' law. **J Mot Behav**, v. 45, n. 3, p. 181-93, 2013. ISSN 0022-2895.

BARTELS, B. et al. Upper limb function in adults with Duchenne muscular dystrophy. **J Rehabil Med**, v. 43, n. 9, p. 770-5, Sep 2011. ISSN 1650-1977.

BEAMISH, D. et al. Estimation of psychomotor delay from the Fitts' law coefficients. **Biol Cybern**, v. 101, n. 4, p. 279-96, Oct 2009. ISSN 0340-1200.

_____. Fifty years later: A neurodynamic explanation of Fitts' law. **J R Soc Interface**, v. 3, n. 10, p. 649-54, Oct 22 2006. ISSN 1742-5689 (Print)

1742-5682.

BERARD, C. et al. A motor function measure for neuromuscular diseases. Construction and validation study. **Neuromuscul Disord**, v. 15, n. 7, p. 463-70, Jul 2005. ISSN 0960-8966 (Print)

0960-8966.

BOYD, L. A. et al. Manipulating time-to-plan alters patterns of brain activation during the Fitts' task. **Exp Brain Res**, v. 194, n. 4, p. 527-39, Apr 2009. ISSN 0014-4819.

BUSHBY, K. et al. Diagnosis and management of Duchenne muscular dystrophy, part 1: diagnosis, and pharmacological and psychosocial management. **Lancet Neurol**, v. 9, n. 1, p. 77-93, Jan 2010a. ISSN 1474-4422.

_____. Diagnosis and management of Duchenne muscular dystrophy, part 2: implementation of multidisciplinary care. **Lancet Neurol**, v. 9, n. 2, p. 177-89, Feb 2010b. ISSN 1474-4422.

CAROMANO, F. A. et al. Correlação entre o tempo de realização de diferentes atividades físicas por portadores de distrofia muscular de Duchenne. **Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo**, v. 14, n. 3, p. 133-140, 2003. ISSN 2238-6149.

CHU, V. et al. Electrocardiographic findings in mdx mice: a cardiac phenotype of Duchenne muscular dystrophy. **Muscle Nerve**, v. 26, n. 4, p. 513-9, Oct 2002. ISSN 0148-639X (Print)

0148-639x.

CORBEN, L. A. et al. The Fitts task reveals impairments in planning and online control of movement in Friedreich ataxia: reduced cerebellar-cortico connectivity? **Neuroscience**, v. 192, p. 382-90, Sep 29 2011. ISSN 0306-4522.

CRUZ MARTINEZ, A.; LOPEZ TERRADAS, J. M. Conduction velocity along muscle fibers in situ in Duchenne muscular dystrophy. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 71, n. 8, p. 558-61, Jul 1990. ISSN 0003-9993 (Print)

0003-9993.

CYRULNIK, S. E. et al. Cognitive and adaptive deficits in young children with Duchenne muscular dystrophy (DMD). **J Int Neuropsychol Soc**, v. 14, n. 5, p. 853-61, Sep 2008. ISSN 1355-6177.

ELLIOTT, D. et al. Goal-directed aiming: two components but multiple processes. **Psychol Bull**, v. 136, n. 6, p. 1023-44, Nov 2010. ISSN 0033-2909.

FITTS, P. M. The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. **J Exp Psychol**, v. 47, n. 6, p. 381-91, Jun 1954. ISSN 0022-1015 (Print)

0022-1015.

FLANIGAN, K. M. Duchenne and Becker muscular dystrophies. **Neurol Clin**, v. 32, n. 3, p. 671-88, viii, Aug 2014. ISSN 0733-8619.

GANEVA, R. et al. Gait assessment in children with duchenne muscular dystrophy during long-distance walking. **J Child Neurol**, v. 27, n. 1, p. 30-8, Jan 2012. ISSN 0883-0738.

GAO, J. H. et al. Cerebellum implicated in sensory acquisition and discrimination rather than motor control. **Science**, v. 272, n. 5261, p. 545-7, Apr 26 1996. ISSN 0036-8075 (Print)

0036-8075.

HAY, L. The effect of amplitude and accuracy requirements on movement time in children. **J Mot Behav**, v. 13, n. 3, p. 177-86, Sep 1981. ISSN 0022-2895 (Print)

0022-2895.

HOCKING, D. R. et al. A kinematic analysis of visually-guided movement in Williams syndrome. **J Neurol Sci**, v. 301, n. 1-2, p. 51-8, Feb 15 2011. ISSN 0022-510x.

HOFFMANN, E. R. Which version/variation of Fitts' law? A critique of information-theory models. **J Mot Behav**, v. 45, n. 3, p. 205-15, 2013. ISSN 0022-2895.

HUYS, R. et al. Fitts' law is not continuous in reciprocal aiming. **Proc Biol Sci**, v. 277, n. 1685, p. 1179-84, Apr 22 2010. ISSN 0962-8452.

IFFT, P. J.; LEBEDEV, M. A.; NICOLELIS, M. A. Cortical correlates of fitts' law. **Front Integr Neurosci**, v. 5, p. 85, 2011. ISSN 1662-5145.

IWABE, C.; MIRANDA-PFEILSTICKER, B.; NUCCI, A. Motor function measure scale: portuguese version and reliability analysis. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 12, n. 5, p. 417-424, 2008. ISSN 1413-3555.

JANSSEN, M. M. et al. Patterns of decline in upper limb function of boys and men with DMD: an international survey. **J Neurol**, v. 261, n. 7, p. 1269-88, Jul 2014. ISSN 0340-5354.

JUNG, H. J. et al. How should we monitor pediatric patients with Duchenne muscular dystrophy? -A case report. **Korean J Anesthesiol**, v. 61, n. 2, p. 159-61, Aug 2011. ISSN 2005-6419.

KELSO, J. A.; SOUTHARD, D. L.; GOODMAN, D. On the nature of human interlimb coordination. **Science**, v. 203, n. 4384, p. 1029-31, Mar 9 1979. ISSN 0036-8075 (Print)

0036-8075.

KIM, N. H.; WININGER, M.; CRAELIUS, W. Training grip control with a Fitts' paradigm: a pilot study in chronic stroke. **J Hand Ther**, v. 23, n. 1, p. 63-71; quiz 72, Jan-Mar 2010. ISSN 0894-1130 (Print)

0894-1130.

KINALI, M. et al. Local restoration of dystrophin expression with the morpholino oligomer AVI-4658 in Duchenne muscular dystrophy: a single-blind, placebo-controlled, dose-escalation, proof-of-concept study. **Lancet Neurol**, v. 8, n. 10, p. 918-28, Oct 2009. ISSN 1474-4422.

LAM, M. Y. et al. Evidence for slowing as a function of index of difficulty in young adults with Down syndrome. **Am J Intellect Dev Disabil**, v. 114, n. 6, p. 411-26, Nov 2009. ISSN 1944-7515 (Print)

1944-7558.

LEE, J. S. et al. Altered regional brain glucose metabolism in Duchenne muscular dystrophy: a pet study. **Muscle Nerve**, v. 26, n. 4, p. 506-12, Oct 2002. ISSN 0148-639X (Print)

0148-639x.

LI, X. et al. Circulating Muscle-specific miRNAs in Duchenne Muscular Dystrophy Patients. **Mol Ther Nucleic Acids**, v. 3, p. e177, 2014.

LIDOV, H. G. et al. Localization of dystrophin to postsynaptic regions of central nervous system cortical neurons. **Nature**, v. 348, n. 6303, p. 725-8, Dec 20-27 1990. ISSN 0028-0836 (Print)

0028-0836.

MANZUR, A. Y.; MUNTONI, F. Diagnosis and new treatments in muscular dystrophies. **Postgrad Med J**, v. 85, n. 1009, p. 622-30, Nov 2009. ISSN 0032-5473.

MATTAR, F. L.; SOBREIRA, C. Hand weakness in Duchenne muscular dystrophy and its relation to physical disability. **Neuromuscul Disord**, v. 18, n. 3, p. 193-8, Mar 2008. ISSN 0960-8966 (Print)

0960-8966.

MAYHEW, A. et al. Development of the Performance of the Upper Limb module for Duchenne muscular dystrophy. **Dev Med Child Neurol**, v. 55, n. 11, p. 1038-45, Nov 2013. ISSN 0012-1622.

MAZZONE, E. S. et al. A critical review of functional assessment tools for upper limbs in Duchenne muscular dystrophy. **Dev Med Child Neurol**, v. 54, n. 10, p. 879-85, Oct 2012. ISSN 0012-1622.

MEHLER, M. F. Brain dystrophin, neurogenetics and mental retardation. **Brain Res Brain Res Rev**, v. 32, n. 1, p. 277-307, Apr 2000.

MENTO, G.; TARANTINO, V.; BISACCHI, P. S. The neuropsychological profile of infantile Duchenne muscular dystrophy. **Clin Neuropsychol**, v. 25, n. 8, p. 1359-77, Nov 2011. ISSN 1385-4046.

MURAKAMI, K. et al. Relationship between Muscle Fiber Conduction Velocity and the Force-time Curve during Muscle Twitches. **J Phys Ther Sci**, v. 26, n. 4, p. 621-4, Apr 2014. ISSN 0915-5287 (Print)

0915-5287.

OLIVEIRA, P. R. et al. ESTUDO DO USO DE SOFTWARES E RECURSOS DE ACESSO AO COMPUTADOR PARA PACIENTES COM DISTROFIA MUSCULAR DE DUCHENNE. **Cadernos de Terapia Ocupacional da UFSCar**, v. 18, n. 2, 2010. ISSN 2238-2860.

SANTOS, N. M. et al. Perfil clínico e funcional dos pacientes com distrofia muscular de Duchenne assistidos na Associação Brasileira de Distrofia Muscular (ABDIM). **Rev Neurociênc**, v. 14, p. 15-22, 2006.

SCOTT, O. M. et al. Quantitation of muscle function in children: a prospective study in Duchenne muscular dystrophy. **Muscle Nerve**, v. 5, n. 4, p. 291-301, Apr 1982. ISSN 0148-639X (Print)

0148-639x.

SIENKO THOMAS, S. et al. Classification of the gait patterns of boys with Duchenne muscular dystrophy and their relationship to function. **J Child Neurol**, v. 25, n. 9, p. 1103-9, Sep 2010. ISSN 0883-0738.

SMITH, D. L.; DAINOFF, M. J.; SMITH, J. P. The effect of chiropractic adjustments on movement time: a pilot study using Fitts Law. **J Manipulative Physiol Ther**, v. 29, n. 4, p. 257-66, May 2006. ISSN 0161-4754.

SMITS-ENGELSMAN, B. C.; RAMECKERS, E. A.; DUYSSENS, J. Children with congenital spastic hemiplegia obey Fitts' Law in a visually guided tapping task. **Exp Brain Res**, v. 177, n. 4, p. 431-9, Mar 2007. ISSN 0014-4819 (Print)

0014-4819.

SNOW, W. M.; ANDERSON, J. E.; JAKOBSON, L. S. Neuropsychological and neurobehavioral functioning in Duchenne muscular dystrophy: a review. **Neurosci Biobehav Rev**, v. 37, n. 5, p. 743-52, Jun 2013. ISSN 0149-7634.

SRINIVASAN, D.; MARTIN, B. J.; REED, M. P. Effects of task characteristics on unimanual and bimanual movement times. **Ergonomics**, v. 56, n. 4, p. 612-22, 2013. ISSN 0014-0139.

UCHIKAWA, K. et al. Functional status and muscle strength in people with Duchenne muscular dystrophy living in the community. **J Rehabil Med**, v. 36, n. 3, p. 124-9, May 2004. ISSN 1650-1977 (Print)

1650-1977.

VUILLEROT, C. et al. Responsiveness of the motor function measure in neuromuscular diseases. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 93, n. 12, p. 2251-6.e1, Dec 2012. ISSN 0003-9993.

WAGNER, K. R.; LECHTZIN, N.; JUDGE, D. P. Current treatment of adult Duchenne muscular dystrophy. **Biochim Biophys Acta**, v. 1772, n. 2, p. 229-37, Feb 2007. ISSN 0006-3002 (Print)

0006-3002.

WALLACE, G. Q.; MCNALLY, E. M. Mechanisms of muscle degeneration, regeneration, and repair in the muscular dystrophies. **Annu Rev Physiol**, v. 71, p. 37-57, 2009. ISSN 0066-4278.

WEBSTER, C. et al. Fast muscle fibers are preferentially affected in Duchenne muscular dystrophy. **Cell**, v. 52, n. 4, p. 503-13, Feb 26 1988. ISSN 0092-8674 (Print)

0092-8674.

WIKER, S. F.; LANGOLF, G. D.; CHAFFIN, D. B. Arm posture and human movement capability. **Hum Factors**, v. 31, n. 4, p. 421-41, Aug 1989. ISSN 0018-7208 (Print)

0018-7208.

WINSTEIN, C. J.; GRAFTON, S. T.; POHL, P. S. Motor task difficulty and brain activity: investigation of goal-directed reciprocal aiming using positron emission tomography. **J Neurophysiol**, v. 77, n. 3, p. 1581-94, Mar 1997. ISSN 0022-3077 (Print)

0022-3077.

WITNEY, A. G. et al. The cutaneous contribution to adaptive precision grip. **Trends Neurosci**, v. 27, n. 10, p. 637-43, Oct 2004. ISSN 0166-2236 (Print)

0166-2236.

ZIMMERLI, L. et al. Validation of a mechanism to balance exercise difficulty in robot-assisted upper-extremity rehabilitation after stroke. **J Neuroeng Rehabil**, v. 9, p. 6, 2012. ISSN 1743-0003.

ANEXO I – 7.1 – Comitê de Ética

APROVAÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de **27/11/2013**, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **405/13** intitulado: **"TEMPO DE MOVIMENTO EM FUNÇÃO DO NÍVEL DE DIFICULDADE NA DISTROFIA MUSCULAR DE DUCHENNE"** apresentado pelo Departamento de FISIOTERAPIA, FONOAUDIOLOGIA E TERAPIA OCUPACIONAL.

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar ao CEP-FMUSP, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº **466/12**).

Pesquisador (a) Responsável: **Carlos Bandeira de Mello Monteiro**

Pesquisador (a) Executante: **Denise Cardoso Ribeiro**

CEP-FMUSP, 29 de Novembro de 2013.

Prof. Dr. Paulo Eurípedes Marchiori
Vice-Coordenador
Comitê de Ética em Pesquisa

ANEXO II - 7.2 – Termo de consentimento livre e esclarecido

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO- HCFMUSP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME:

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : .M ☐ F ☐

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO Nº APTO:

BAIRRO: CIDADE

CEP:..... TELEFONE: DDD (.....)

2. RESPONSÁVEL LEGAL

NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)

DOCUMENTO DE IDENTIDADE : SEXO: M ☐ F ☐

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO: Nº APTO:

BAIRRO: CIDADE:

CEP: TELEFONE: DDD

(.....).....

DADOS SOBRE A PESQUISA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: Tempo de Movimento em Função do Nível de Dificuldade na Distrofia Muscular de Duchenne

2. PESQUISADOR: Prof. Dr. Carlos Bandeira de Mello Monteiro

CARGO/FUNÇÃO: Fisioterapeuta

INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº CREFITO 16531-F

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO ☒

RISCO MÉDIO ☐

RISCO BAIXO ☐

RISCO MAIOR ☐

4. DURAÇÃO DA PESQUISA : 24 meses

Rubrica do sujeito de pesquisa ou responsável.....

Rubrica do pesquisador.....

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO- HCFMUSP

1 – Desenho do estudo e objetivo(s)

Essas informações estão sendo fornecidas para sua participação voluntária neste estudo. O objetivo é verificar se em uma tarefa mais fácil os movimentos são mais rápidos e em uma tarefa mais difícil os movimentos são mais lentos.

2 – Descrição dos procedimentos que serão realizados, com seus propósitos e identificação dos que forem experimentais e não rotineiros;

O participante será posicionado em uma mesa com o computador instalado à sua frente. Deverá colocar uma de suas mãos sobre o “mouse” do computador, em seguida deverá clicar sobre duas barras que estarão posicionadas uma do lado da outra na tela, em uma de cada vez, o mais rápido que puder, mas sem errar.

A tarefa será realizada três vezes em cada dificuldade, sendo que deverá realizar quatro índices de dificuldade diferentes.

3 – Relação dos procedimentos rotineiros e como são realizados

Antes de realizar a tarefa, aplicaremos testes para avaliar as habilidades do participante.

4 – Descrição dos desconfortos e riscos esperados nos procedimentos dos itens 2 e 3;

Não será realizado nenhum procedimento que traga desconforto, existe um risco mínimo de escorregar durante o jogo, por isso sempre haverá duas pessoas responsáveis ao lado para ensinar as tarefas e ajudar se precisar.

5 – Benefícios para o participante:

Com este trabalho poderemos responder várias perguntas sobre como pessoas com Distrofia Muscular de Duchenne conseguem ou não fazer algum movimento. Estes dados irão ajudar vários familiares e deficientes a entender melhor a Distrofia Muscular de Duchenne. Os benefícios virão a partir dos resultados do estudo, na medida em que fornecerão dados para o tratamento de outros pacientes.

6 – Relação de procedimentos alternativos que possam ser vantajosos, pelos quais o paciente pode optar;

Não há, a não ser o conhecimento que os resultados coletados poderão ajudar os terapeutas na organização da terapia.

7 – Garantia de acesso:

Rubrica do sujeito de pesquisa ou responsável_____

Rubrica do pesquisador_____

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO- HCFMUSP

Em qualquer etapa do estudo, o participante terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de dúvidas. O principal investigador é o Dr. Carlos Monteiro que pode ser encontrado no endereço Rua Arlindo Béttio, 1000- Ermelino Matarazzo. São Paulo, SP – Brasil e pelo telefone: (11) 999539716, a investigadora executante é a Fisioterapeuta Denise Cardoso Ribeiro, que pode ser encontrada no endereço Avenida Santo Amaro, 1239, Vila Nova Conceição - São Paulo - SP e pelo Telefone (11) 991441731. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel: 3069-6442 ramais 16, 17, 18 ou 20 – e-mail: cappelq@hcnet.usp.br

8 – É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de seu tratamento na Instituição;

Se o participante não quiser mais participar do trabalho, tem toda a liberdade de retirar seu consentimento e não será prejudicado ou cobrado de nada, sendo garantida a continuidade das atividades.

09 – Direito de confidencialidade:

É importante dizer que o nome dos participantes é confidencial e não será exposto em momento algum.

10 – Direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais das pesquisas:

Se os participantes quiserem saber mais sobre este trabalho ou tiverem alguma dúvida do que estamos fazendo com suas respostas, estamos à disposição para ajudar e se necessário podemos mostrar o trabalho com mais detalhes. É garantido o acesso, a qualquer momento, às informações sobre procedimento, risco e benefícios relacionados à pesquisa.

11 – Despesas e compensações:

Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

12 - Compromisso do pesquisador:

Nos comprometemos em utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa.

Rubrica do sujeito de pesquisa ou responsável_____

Rubrica do pesquisador_____

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO- HCFMUSP

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo "Tempo de Movimento em Função do Nível de Dificuldade na Distrofia Muscular de Duchenne".

Eu discuti com a fisioterapeuta Denise Cardoso Ribeiro sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

Assinatura _____ do _____ Data ____ / ____ / ____
paciente/representante legal

(Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

Assinatura do responsável pelo _____
estudo Data ____ / ____ / ____

Rubrica do sujeito de pesquisa ou responsável _____

Rubrica do pesquisador _____

MEDIDA DA FUNÇÃO MOTORA

nas doenças neuromusculares

M F M

FOLHA DE ESCORE¹

Nome e Sobrenome do paciente : _____ N° do documento : _____

Data de nascimento: ____/____/____ Data da avaliação: ____/____/____
(dia/mês/ano) (dia/mês/ano)

Idade do Paciente: ____ / ____ Nome do examinador : _____
(ano/mês)

Idade de perda da marcha: ____ / ____ Diagnóstico: _____
(ano/mês)

A MFM é uma escala de avaliação precisa, padronizada, concebida e validada pelo grupo de estudo MFM para medir as capacidades motoras funcionais do paciente portador de uma doença neuromuscular. Repetida ao longo do tempo, a MFM mede a mudança das capacidades motoras funcionais do paciente. O esquema de escore a seguir deve servir como uma indicação geral. Todos os itens possuem indicações específicas para cada escore, a utilização destas instruções de testagem é imperativo para cada item. Todas estas indicações são descritas no Manual do Usuário².

ESQUEMA DE ESCORE:

- 0 = não pode iniciar a tarefa
- 1 = realiza parcialmente o exercício
- 2 = realiza incompletamente o movimento solicitado ou completamente, mas de forma imperfeita (compensação, duração e manutenção insuficiente da posição, lentidão, falta de controle do movimento)
- 3 = realiza completamente. “normalmente” o movimento, o exercício estando controlado, dominado, dirigido, realizado com velocidade constante.

¹O formulário de escore pode ser obtido junto à Handicap International, ERAC – 14, avenue Berthelot, 69361 Lyon Cedex 07, France. 04 78 69 79 79
²O Manual do Usuário está disponível escrevendo para a AFM Département des Actions Médicales, 1 rue de l'Internationale, BP59, 91002 Evry Cedex 01 69 13 21 69, que fornece gratuitamente um exemplar, ou através Website de l'AFM : www.afm-france.org

Para qualquer outra informação, contactar:
Dr. Carole Bérard, Service de Rééducation Pédiatrique l'Escale, Centro Hospitalar Lyon Sud, 69495 Pierre-Bénite Cedex, França.
04 78 86 16 66 ou mail : carole.berard@chu-lyon.fr

Escore			
Itens	D1	D2	D3
1. Supino, cabeça no eixo: mantém a cabeça no eixo e depois a vira completamente de um lado e depois do outro. Comentários:.....		☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	
2. Supino: levanta a cabeça e a mantém elevada. Comentários:.....		☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	
3. Supino: flete o quadril e o joelho acima de 90° deslocando o pé do tapete. Comentários:..... Lado: ☐ direito ☐ esquerdo		☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	
4. Supino, perna sustentada pelo examinador: realiza uma flexão dorsal do pé em 90° em relação a perna a partir da posição com pé relaxado em flexão plantar Comentários:..... Lado: ☐ direito ☐ esquerdo			☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
5. Supino: eleva uma mão do tapete e toca o ombro oposto. Comentários:..... Lado: ☐ direito ☐ esquerdo		☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	
6. Supino, membros inferiores semifletidos, patelas para cima e os pés apoiados sobre o tapete. Eleva a pelve; coluna lombar, pelve e coxas alinhadas e pés próximos. Comentários:.....	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3		
7. Supino: vira para decúbito ventral e libera os membros superiores debaixo do corpo. Comentários:..... Lado: ☐ direito ☐ esquerdo		☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	
8. Supino: sem apoio dos membros superiores senta-se sobre o tapete. Comentários:.....	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3		
9. Sentado sobre o tapete: sem apoio dos membros superiores mantém a posição sentada e depois é capaz de manter um contato entre as duas mãos. Comentários:.....		☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	
10. Sentado sobre o tapete, a bola de tênis colocada em frente ao sujeito: Sem apoio dos membros superiores se inclina para a frente, toca a bola e depois volta à posição Comentários:..... Lado: ☐ direito ☐ esquerdo		☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	
11. Sentado sobre o tapete: fica em pé sem apoio dos membros superiores. Comentários:.....	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3		
Subtotal da página 2	D1=	D2=	D3=

		Escore		
Itens	Subtotal página 2	D1=	D2=	D3=
12. Em pé: sem apoio dos membros superiores, senta-se na cadeira mantendo os pés próximos. Comentários:.....		☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3		
13. Sentado na cadeira ou na cadeira de rodas: sem apoio dos membros superiores e sem apoio contra o encosto da cadeira, mantém a posição sentada, com a cabeça e o tronco alinhados. Comentários:.....			☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	
14. Sentado na cadeira ou na cadeira de rodas, com a cabeça posicionada em flexão: da posição de cabeça completamente fletida, levanta a cabeça e a mantém levantada, o movimento e o manutenção se fazem com a cabeça no eixo. Comentários:.....			☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	
15. Sentado na cadeira ou na cadeira de rodas, com os antebraços colocados sobre a mesa e os cotovelos fora da mesa: Coloca ao mesmo tempo as 2 mãos sobre a cabeça, com a cabeça e o tronco alinhados. Comentários:.....			☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	
16. Sentado na cadeira ou na cadeira de rodas, o lápis colocado sobre a mesa: toca o lápis com uma mão, cotovelo em extensão completa no final do movimento. Comentários:..... Lado: ☐ direito ☐ esquerdo			☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	
17. Sentado na cadeira ou na cadeira de rodas, 10 moedas colocados sobre a mesa: pega sucessivamente e armazena 10 moedas de 10 centavos em uma das mãos no tempo de 20 segundos Comentários:..... Lado: ☐ direito ☐ esquerdo				☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
18. Sentado na cadeira ou na cadeira de rodas, um dedo colocado no centro de um CD fixo: fazer a volta completa do CD com um dedo, sem apoio da mão Comentários:..... Lado: ☐ direito ☐ esquerdo				☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
19. Sentado sobre a cadeira ou na cadeira de rodas, o lápis colocado sobre a mesa: pega o lápis ao lado de uma das mãos, depois desenha uma série contínua de voltas de 1 cm de altura dentro de um retângulo de 4 cm de comprimento Tentativa 1: <div style="border: 1px solid black; width: 250px; height: 30px; margin-top: 5px;"></div> Tentativa 2: <div style="border: 1px solid black; width: 250px; height: 30px; margin-top: 5px;"></div> Comentários:..... Lado: ☐ direito ☐ esquerdo				☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
20. Sentado sobre a cadeira ou na cadeira de rodas, a folha de papel colocada entre as mãos: rasgar a folha dobrada em 4 começando pela dobra Comentários:.....				☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
Subtotal da página 3		D1=	D2=	D3=

		Escore		
Itens	Subtotal página 3	D1=	D2=	D3=
21. Sentado na cadeira ou na cadeira de rodas, a bola de tênis colocada sobre a mesa: Pega a bola e depois supina a mão completamente segurando a bola. Comentários:..... Lado ☐ direito ☐ esquerdo				☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
22. Sentado na cadeira ou na cadeira de rodas, um dedo colocado no centro de um quadrado fixo: levanta o dedo e depois o coloca sucessivamente no centro das oito casas do quadrado sem tocar as linhas. Comentários:..... Lado ☐ direito ☐ esquerdo				☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
23. Sentado na cadeira ou na cadeira de rodas, membros superiores ao lado do corpo: colocar ao mesmo tempo os dois antebraços e/ou as mãos sobre a mesa Comentários:.....			☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	
24. Sentado na cadeira: Levantar-se sem apoio dos membros superiores, com os pés próximos. Comentários:.....	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3			
25. Em pé, com apoio dos membros superiores sobre um material: solta-se e mantém-se em pé, com os pés próximos, cabeça, tronco e membros alinhados. Comentários:.....	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3			
26. Em pé, com apoio dos membros superiores sobre um material: sem apoio dos membros superiores levanta um pé, por 10 segundos. Comentários:..... Lado do pé apoiado ☐ direito ☐ esquerdo	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3			
27. Em pé, sem apoio, inclina-se, toca o solo com uma das mãos e depois levanta-se. Comentários:.....	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3			
28. Em pé, sem apoio: anda 10 passos á frente, sobre os 2 calcanhares. Comentários:.....	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3			
29. Em pé, sem apoio: anda 10 passos á frente, sobre uma linha reta. Comentários:.....	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3			
30. Em pé, sem apoio: Corre 10 metros. Comentários:.....	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3			
31. Em pé, sobre um pé, sem apoio: Salta no lugar 10 vezes seguida. Comentários:..... Lado ☐ direito ☐ esquerdo	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3			
32. Em pé, sem apoio: Sem apoio dos membros superiores, agacha-se e depois levanta-se duas vezes em seguida. Comentários:.....	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3			
Total		D1=	D2=	D3=