CAMILA MILIANI CAPELINI

**Aprendizagem motora na distrofia muscular de Duchenne
por meio de jogo de labirinto em telefone móvel**

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

2016

CAMILA MILIANI CAPELINI

**Aprendizagem motora na distrofia muscular de Duchenne
por meio de jogo de labirinto em telefone móvel**

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

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

©reprodução autorizada pelo autor

Capelini, Camila Miliani

Aprendizagem motora na distrofia muscular de Duchenne por meio de jogo de labirinto em telefone móvel / Camila Miliani Capelini. -- São Paulo, 2016.

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

Orientador: Carlos Bandeira de Mello Monteiro.

Descritores: 1.Distrofia muscular de Duchenne 2.Aprendizagem 3.Fisioterapia
4.Reabilitação 5.Telefones celulares 6.Smartphone 7.Terapia de exposição à realidade
virtual

USP/FM/DBD-173/16

*Dedico aos meus pais pelo apoio e carinho incondicionais
durante toda a minha trajetória acadêmica.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao meu orientador por ter me dado a oportunidade de realizar o mestrado, e pela paciência, ajuda e compreensão em todos os momentos da elaboração e execução deste trabalho.

Ao grupo de pesquisa pela grande ajuda e companheirismo.

À minha família que me incentiva em todos os momentos a ser uma pessoa melhor, e me dão o exemplo da pessoa que eu quero me tornar. Ao meu marido pelo constante apoio, dedicação e paciência.

Aos pacientes que colaboraram com este trabalho e a suas famílias, que tanto nos ensinam sobre como cuidar e amar incondicionalmente.

NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Esta dissertação está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS	vii
LISTA DE FIGURAS E TABELAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. MÉTODOS.....	8
2.1 Casuística	9
2.2 Procedimento	12
2.3 Tarefa	14
2.4 Análise dos dados	15
3. RESULTADOS	17
3.1 Aquisição	18
3.2 Retenção de curto prazo.....	18
3.3 Transferência para o labirinto oposto (T1)	19
3.4 Transferência para a mão não dominante (T2)	20
3.5 Transferência com inversão do início e final (T3).....	21
3.6 Análise de regressão	22
4. DISCUSSÃO.....	23
5. CONCLUSÃO	32
6. ANEXOS.....	34
6.1 Anexo A – Aceite da instituição	35
6.2 Anexo B – Aprovação CEP	36
6.3 Anexo C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	37
6.4 Anexo D – Medida da Função Motora	39
6.5 Anexo E – Escala Egen Klassifikation	43
6.6 Anexo F – Escala Vignos.....	45
6.7 Anexo G – Artigo piloto publicado	46
7. REFERÊNCIAS	52

LISTA DE SIGLAS

DMD	Distrofia muscular de Duchenne
DT	Desenvolvimento típico
RV	Realidade Virtual
MFm	Medida da Função Motora
EK	Egen Klassifikation
ABDIM	Associação Brasileira de Distrofia Muscular
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

		Página
Fluxograma 1	Casuística do estudo e composição dos grupos	9
Tabela 1	Caracterização da amostra (média $\pm$ desvio padrão)	11
Tabela 2	Descrição das pessoas com DMD pela Escala de Vignos	12
Figura 1	Labirintos utilizados para as fases de aquisição, retenção de curto prazo e transferência	13
Tabela 3	Delineamento experimental do protocolo de aprendizagem motora	15
Figura 2	Representação gráfica das médias e erros padrão dos blocos de tentativas nos grupos DT e DMD	19

RESUMO

Capelini CM. *Aprendizagem motora na distrofia muscular de Duchenne por meio de jogo de labirinto em telefone móvel* [Dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2016.

Introdução: A distrofia muscular de Duchenne (DMD) é uma doença genética e hereditária que leva ao enfraquecimento da musculatura esquelética, respiratória e cardíaca de maneira progressiva e irreversível. Para pessoas gravemente comprometidas, a realidade virtual vem surgindo como uma forma de intervenção que traz uma nova possibilidade de interação com a comunidade. Os smartphones estão se tornando a próxima modernidade funcional para pessoas deficientes, não apenas pela acessibilidade, mas também pela conveniência da comunicação. **Objetivo:** Verificar se pessoas com DMD melhoram o desempenho motor quando realizam uma tarefa visuo-motora de labirinto virtual em um telefone móvel (smartphone). **Método:** Participaram do estudo 50 pessoas com DMD e 50 pessoas controles com desenvolvimento típico (DT), com idade entre 10 e 35 anos. A caracterização da amostra foi feita por meio das escalas Vignos, Egen Klassifikation, e Medida da Função Motora. A tarefa consistiu em completar o percurso de um labirinto virtual no jogo para telefone móvel (smartphone) Marble Maze Classic®, por meio de movimentos de punho e mão para mover a bola virtual pelo labirinto. Para mensurar o desempenho motor, foi cronometrado o tempo (em segundos) utilizado para completar o labirinto. O desempenho foi avaliado considerando os resultados nas fases de aquisição, retenção e transferência, e interpretados sob o ponto de vista teórico da aprendizagem motora. **Resultados:** A prática do jogo de labirinto no celular promoveu uma melhora no desempenho durante a aquisição em ambos os grupos, que se manteve na fase de retenção. Nas transferências, o desempenho no grupo DMD

foi similar ao grupo DT, com a exceção da transferência para a mão contralateral (não dominante). No entanto, o grupo com DMD apresentou um tempo de movimento maior em todas as fases de aprendizagem comparado ao grupo DT. **Conclusão:** A prática de uma tarefa visuo-motora em um jogo de telefone móvel promoveu uma melhora no desempenho com padrões de aprendizagem similares em ambos os grupos. O desempenho pode ser influenciado pela dificuldade da tarefa, e para as pessoas com DMD, os déficits motores são responsáveis pela menor velocidade de execução, mas não é um impeditivo para a utilização dos smartphones por esta população.

Descritores: distrofia muscular de Duchenne; aprendizagem; fisioterapia; reabilitação; telefones celulares; smartphone; terapia de exposição à realidade virtual.

ABSTRACT

Capelini CM. *Motor learning in Duchenne muscular dystrophy through a maze game for mobile phone* [Dissertation]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2016.

Background: Duchenne Muscular Dystrophy (DMD) is a genetic and hereditary disease that leads to a progressive and irreversible weakening of the skeletal, respiratory, and cardiac muscles. For the severely compromised subjects, virtual reality (VR) has been appearing as an intervention form that brings a new possibility of interaction with the community. Smartphones are likely to become the next functional modernity for handicapped, not only for accessibility but also for the convenience of communication.

Objective: To verify whether people with DMD improve performance when doing a visual-motor task using a smartphone game. **Method:** The study included 50 patients with DMD and 50 healthy control subjects with Typical Development (TD), aged between 10 and 35 years. The characterization of the sample was given through Vignos scales, Egen Klassifikation, and the Motor Function Measure. The task consisted in to complete the journey of a virtual maze in the Marble Maze Classic® game for mobile phone (smartphone), moving a virtual ball using both hand and wrist movements. For the motor performance assessment it was measured the time (in seconds) used to complete the maze. The motor performance was assessed considering the results in acquisition, short-term retention and transfer, and interpreted from the theoretical framework of motor learning.

Results: The practice of the smartphone maze game promoted an improvement in performance during acquisition in both groups, which remained in the retention phase. At the transfer phases, the performance in DMD group was similar to the performance of TD group, with the exception for the transfer to the contralateral hand (non-dominant).

However, the group with DMD showed longer movement time at all stages of learning compared with the TD group. **Conclusion:** We conclude that the practice of a visual-motor task in a mobile phone game promoted an improvement in performance with similar patterns of learning in both groups. The performance can be influenced by the task difficulty, and motor deficits are responsible for the lower speed execution in DMD people, however, this is not an impediment for smartphone use by this population.

Descriptors: muscular dystrophy, Duchenne; learning; physical therapy specialty; rehabilitation; cell phones; smartphone; virtual reality exposure therapy.

1. INTRODUÇÃO

A distrofia muscular de Duchenne (DMD) é uma doença genética e hereditária, resultante da mutação do gene Xp21 que gera a ausência da proteína distrofina na membrana da fibra muscular ^(1, 2). A distrofina é essencial para manter a integridade estrutural das membranas musculares durante a contração, e sua ausência resulta em dano da fibra muscular e consequente decréscimo no número de fibras musculares, que são progressivamente substituídas por tecido fibro-adiposo ^(3, 4). Como consequência ocorre o enfraquecimento progressivo e irreversível da musculatura esquelética, respiratória e cardíaca, levando a um quadro de deficiência física grave ^(1, 2, 5). Sua incidência é de aproximadamente 1 em 3500 meninos nascidos vivos ⁽⁶⁾.

As alterações funcionais iniciam-se geralmente nos três primeiros anos de vida, com enfraquecimento muscular gradual e de forma ascendente, simétrica e bilateral, inicialmente na cintura pélvica e membros inferiores, e progredindo para a musculatura de tronco, cintura escapular, membros superiores, pescoço e músculos respiratórios. Com a fraqueza dos músculos responsáveis pela manutenção da postura bípede, por volta dos cinco anos de idade, as crianças começam a apresentar sintomas como dificuldade de deambular, pular e correr, além de quedas frequentes. Devido ao caráter progressivo da doença, o paciente fica confinado à cadeira de rodas aproximadamente a partir dos 10 aos 13 anos de idade, e a imobilidade provocada pela DMD desencadeia alterações músculo-tendíneas como encurtamentos, retrações e deformidades ⁽⁷⁻⁹⁾.

Com a evolução da doença, as pessoas se tornam cada vez mais dependentes para as atividades de vida diária (AVD), necessitando de maior assistência e cuidados ⁽¹⁰⁾, surge insuficiência respiratória com dificuldade na ventilação e o músculo cardíaco também é afetado em praticamente todos os pacientes que sobrevivem por maior tempo⁽¹¹⁾. O óbito ocorre por volta dos 18 aos 25 anos por comprometimento cardíaco ou insuficiência respiratória ⁽¹²⁾. No entanto, a sobrevivência a longo prazo melhorou

substancialmente nas últimas décadas, devido às melhorias nos cuidados e à introdução da assistência ventilatória domiciliar ⁽¹³⁾. Mesmo com os avanços no conhecimento sobre genética na DMD, essa doença ainda não possui cura ⁽¹⁴⁾.

O diagnóstico da DMD pode ser obtido através dos dados do histórico familiar, juntamente com exame clínico, dosagem da CK no soro, análise de DNA e biópsia muscular ⁽¹⁵⁾.

Devido aos diversos acometimentos desta doença, torna-se essencial o acompanhamento deste paciente por uma equipe multidisciplinar especializada, contando com profissionais como: fisioterapeuta, terapeuta ocupacional, fonoaudiólogo, educador físico, médico fisiatra, entre outros ⁽¹⁶⁾. No que cabe à assistência fisioterapêutica, os objetivos do tratamento envolvem: prolongar a mobilidade e independência funcional, prevenir complicações, diminuir as incapacidades, e melhorar a qualidade de vida ⁽⁸⁾.

Com o objetivo de viabilizar ao paciente com DMD uma maior funcionalidade em tarefas do dia a dia, tornam-se necessários estudos que investiguem intervenções terapêuticas e sua efetividade na reabilitação desses pacientes, levando em consideração suas necessidades e especificidades da evolução dessa patologia. Com o contínuo aumento da expectativa de vida ⁽¹³⁾, a função de membros superiores merece atenção específica em programas de reabilitação e pesquisas.

Na literatura atual verifica-se a existência de várias pesquisas sobre distrofia muscular, especificamente sobre programas de intervenção desenhados para melhorar a marcha em crianças com DMD ^(17, 18), os efeitos do exercício sobre o desuso muscular e a funcionalidade ^(19, 20), qualidade de vida ⁽²¹⁾, participação social ⁽²²⁾, avaliações clínicas da função motora dos membros superiores ⁽²³⁾, função motora grossa e as incapacidades funcionais na mobilidade, autocuidado e função social ^(24, 25), mas poucos estudos propõem a intervenção direcionada aos membros superiores na DMD.

Wagner *et al.* ⁽²⁶⁾ enfatizam que muitos adultos com DMD possuem limitadas habilidades motoras, no entanto, alguns músculos dos membros superiores, especialmente os flexores dos dedos, podem estar preservados e prover para essas pessoas importantes habilidades, como o controle de um joystick de cadeira de rodas, jogar vídeo games e usar um computador.

Para as pessoas gravemente comprometidas, a tecnologia atual como os computadores e a realidade virtual (RV) aparece como uma forma de intervenção que traz uma nova possibilidade de interação com a comunidade. No entanto, estudos que usam a tecnologia e tarefas de RV na DMD são escassos.

A RV é uma tecnologia que combina a “visão” que o usuário possui do mundo real com objetos virtuais projetados em tempo real. Através da RV torna-se possível uma interação segura, pelo fato de transportar os elementos virtuais ao mundo real. Pode-se interagir com os elementos virtuais de forma natural, por meio das mãos, eliminando dispositivos tecnológicos complexos e tornando a interação mais agradável, atrativa e motivadora ⁽²⁷⁾.

Em função disso, nos últimos anos, verifica-se um interesse crescente desta tecnologia como incentivo à prática de atividade física, sendo bastante utilizada como ferramenta de intervenção em programas de reabilitação motora e cognitiva em diferentes deficiências ⁽²⁸⁻³²⁾. A vantagem da RV está na possibilidade de oferecer oportunidades aos deficientes de vivenciar diversas situações e de maneira individualizada.

Hashimoto e colaboradores ⁽³³⁾ utilizaram a RV por meio de um dispositivo de interface cérebro-computador (BCI), a fim de permitir a interação de uma pessoa com grave deficiência motora, causada pela distrofia muscular, com outras pessoas. Os autores observaram que a RV pode ser benéfica para pessoas com limitações motoras, de forma

que eles podem se comunicar em um mundo virtual da mesma maneira que as pessoas saudáveis, ao utilizar o equipamento apropriado para as suas necessidades.

Burgstahler *et al.* ⁽³⁴⁾ apresentam dados interessantes sobre o uso de tecnologia assistiva para pessoas com deficiências motoras, no qual os autores citam alguns equipamentos utilizados no cotidiano e, além de computadores e suas interfaces, um dispositivo moderno e que deve ser mais utilizado são os telefones móveis. Estes dispositivos que permitem toque na tela oferecem maior funcionalidade à pessoa com distrofia muscular.

Telefones móveis, assim como computadores, possuem a capacidade de maximizar a independência, produtividade e participação das pessoas com deficiências físicas em programas acadêmicos, empregos, atividades recreacionais, entre outras atividades ⁽³⁴⁾. Devido ao tamanho, praticidade de transporte, agilidade no uso e utilização de estruturas corporais distais, o telefone móvel tende a viabilizar mais função para pessoas com DMD do que qualquer outro dispositivo que propicie interação virtual.

Considerando a utilização de tecnologia, pessoas com DMD apresentam habilidades funcionais suficientes das mãos para o uso de teclados ou mouses padrão, visto que ombros e cotovelos apresentam maior incapacidade ^(35, 36). Propiciar melhor função e habilidades motoras aos membros superiores das pessoas com DMD é fundamental para a realização das atividades de vida diária, e pode ser decisivo em situações de emergência na qual apenas a função residual possa ser utilizada.

Shih *et al.* ⁽³⁷⁾ citam que o uso da tecnologia em ambientes de RV, por meio das atuais conexões sem fio com múltiplas opções para detecção de movimentos, permitiu às pessoas com deficiência melhorar os seus níveis de resposta ao ambiente, e possibilitou o controle de estímulo e mais oferta de possibilidades funcionais. Essas conquistas de engajamento ambiental e de exercício de autodeterminação são consideradas relevantes

para a qualidade de vida da pessoa com deficiência física. No entanto, há uma carência de estudos que explorem as possibilidades da utilização dos smartphones pelas pessoas com DMD.

Para verificar a eficácia da utilização dos smartphones na DMD, especialmente considerando a possibilidade de se tornar um instrumento com potencial de ser inserido em um processo de reabilitação, ou promover maior funcionalidade no dia a dia dessas pessoas, este estudo teve por objetivo verificar se pessoas com DMD melhoram a performance ao realizar uma tarefa visuo-motora usando um jogo de telefone celular.

Para atingir este objetivo, organizamos um protocolo de aprendizagem motora com uma tarefa de labirinto no celular para as pessoas com DMD e um grupo controle, formado por pessoas com desenvolvimento típico, pareados por idade e sexo com o grupo com DMD. De acordo com Souza *et al.* ⁽³⁸⁾ a tarefa de labirinto permite avaliar importantes aspectos neuropsicológicos de planejamento, execução, organização espacial e memória implícita, os quais envolvem a operacionalização da intenção de movimentar-se para alcançar um objetivo, e o planejamento desta ação. Dessa forma, a estabilização do desempenho pode indicar a utilização de estratégias cognitivas e a formação de um programa de ação, os quais poderão ser testados na transferência.

Para realizar o labirinto, os participantes tiveram que mover o celular de modo a direcionar a bola ao longo de um percurso em um ambiente virtual em 3D, que conduz a um alvo. O objetivo foi realizar a tarefa no menor tempo possível após algumas tentativas. Como hipótese deste trabalho, provavelmente ambos os grupos, experimental e controle, irão apresentar melhora do desempenho na fase de aquisição e conseguirão manter o desempenho e transferir a habilidade para diferentes percursos de labirinto. No entanto, o grupo controle irá apresentar um melhor tempo de execução em todas as fases do protocolo.

O conhecimento mais aprofundado acerca do processo de melhora do desempenho por meio de uma tarefa de telefone celular em pessoas com DMD pode contribuir significativamente para a organização de programas de intervenção utilizando tecnologias modernas e de fácil acesso para esta população.

2. MÉTODOS

2.1 Casuística

O estudo foi desenvolvido na Associação Brasileira de Distrofia Muscular (ABDIM), localizada na cidade de São Paulo/SP (ANEXO A). Para a realização deste trabalho foram avaliadas 100 pessoas, com idade entre 10 e 34 anos, do sexo masculino. Destes, 50 constituíram o grupo experimental, composto por pessoas com diagnóstico médico de distrofia muscular de Duchenne (DMD), e 50 fizeram parte do grupo controle, pareados por idade e sexo com o grupo com DMD, composto por pessoas com desenvolvimento típico (DT), sem alterações da postura e movimento (Fluxograma 1).

Fluxograma 1 – Casuística do estudo e composição dos grupos. DT = grupo com desenvolvimento típico; DMD = grupo com distrofia muscular de Duchenne.

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, sob protocolo nº 502/13, CAAE: 22768513.2.0000.0065 (ANEXO B).

Os participantes, tanto do DMD quanto do DT, foram divididos em dois subgrupos: Grupo 1 (n= 25) e Grupo 2 (n= 25), sendo o desenho do labirinto do Grupo 2 totalmente oposto (invertido horizontal e verticalmente) ao do Grupo 1, em todas as fases

do experimento. A utilização de labirintos opostos tornou-se necessária para verificar se a sequência de movimentos do percurso do labirinto não exerce influência sobre o aprendizado. Stoddard e Vaid ⁽³⁹⁾ também realizaram pesquisas com labirinto e propuseram diferentes mudanças no desenho da tarefa para verificar se o padrão de movimento não seria o fator responsável pela melhora do desempenho.

Para manter as características da amostragem aleatória, onde cada participante teve a mesma probabilidade de participar dos grupos, foi utilizada amostragem probabilística aleatória simples ⁽⁴⁰⁾, randomizada por sorteio com papel.

Foram consideradas elegíveis as pessoas com diagnóstico de DMD confirmado por método molecular e/ou por expressão proteica do músculo esquelético, e que não apresentassem deformidades articulares que pudessem impedir os movimentos necessários para a realização da tarefa. Foram excluídos os participantes que não conseguiram completar ou compreender a tarefa.

Todos os participantes maiores de idade assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), e os menores de idade, o termo de assentimento (TA), juntamente com o TCLE assinado pelos pais ou responsáveis (ANEXO C).

O quadro clínico funcional para caracterização dos participantes com DMD foi avaliado por meio das escalas de Vignos ⁽⁴¹⁾, da escala *Egen Klassifikation* - EK ⁽⁴²⁾, e também da Medida da Função Motora - MFM ⁽⁴³⁾, todas desenvolvidas e validadas para a avaliação de doenças neuromusculares (ANEXOS D, E e F). A caracterização da amostra segue na Tabela 1.

Tabela 1: Caracterização da amostra (média $\pm$ desvio padrão).

Variáveis	DT		DMD		Valor de p
	DT1	DT2	DMD1	DMD2	
Idade (anos)	17,1 $\pm$ 4,3	17,4 $\pm$ 4,4	17,1 $\pm$ 5,3	17,2 $\pm$ 4,7	0,045
MFM-total (%)	-	-	49,7 $\pm$ 17,7	47,2 $\pm$ 20,8	0,413
MFM-D1 (%)	-	-	11,4 $\pm$ 19,9	14,3 $\pm$ 24,2	0,244
MFM-D2 (%)	-	-	67,8 $\pm$ 26,7	64,2 $\pm$ 27,4	0,319
MFM-D3 (%)	-	-	79,0 $\pm$ 17,9	80,7 $\pm$ 13,2	0,328
EK	-	-	8,6 $\pm$ 6,3	8,6 $\pm$ 6,2	0,435
Vignos	-	-	6,4 $\pm$ 2,3	6,3 $\pm$ 2,2	0,441

Legenda: DT= grupo com desenvolvimento típico; DMD= grupo com distrofia muscular de Duchenne; MFM-total= pontuação total na escala Medida da Função Motora; MFM-D1, D2 e D3= pontuação no primeiro, segundo e terceiro domínio da escala Medida da Função Motora; EK= Escala Egen Klassifikation

Nota: O valor de p refere-se à comparação dos resultados das escalas entre os grupos DMD 1 e DMD 2

A escala Vignos é uma das mais usadas para avaliar a funcionalidade nas doenças neuromusculares devido à facilidade de aplicação e simplicidade para analisar a performance muscular geral, e a EK foi especialmente desenvolvida para mensurar o grau da deficiência funcional nas atividades de vida diária nos pacientes com DMD ^(8, 42). A caracterização dos participantes segundo a escala Vignos segue na Tabela 2.

A escala MFM analisa as funções da cabeça, tronco, segmentos proximais e distais de membros em avaliações estáticas e dinâmicas, e é dividida em três dimensões: Dimensão 1 (D1): posição em pé e transferências; Dimensão 2 (D2): função motora axial e proximal; Dimensão 3 (D3): função motora distal. Quanto menor a pontuação obtida na escala, pior é o quadro funcional da pessoa ⁽⁴³⁾.

Tabela 2: Descrição dos participantes com DMD pela Escala de Vignos. Na coluna da direita encontra-se o número de pacientes classificados em cada escore da Vignos (à esquerda) e a sua descrição.

Escore	Descrição	Número de pessoas	
		DMD 1	DMD 2
1	Alteração detectável na postura ou marcha; sobe escada sem auxílio do corrimão.	2	2
2	Anda, mas sobe escada apenas com auxílio do corrimão.	1	2
3	Anda, mas sobe oito degraus com auxílio por mais de 25 segundos.	1	0
4	Anda, mas não sobe escadas.	1	0
5	Anda sem auxílio externo, mas não sobe escadas ou levanta da cadeira.	0	1
6	Anda apenas com auxílio externo (uso de órteses).	1	0
7	Na cadeira de rodas. Senta ereto, pode tocar a cadeira e é capaz de realizar atividades de vida diária na cama ou na cadeira.	9	13
8	Na cadeira de rodas. Senta ereto, não é capaz de realizar atividades na cama ou na cadeira sem assistência.	9	6
9	Na cadeira de rodas. Senta ereto somente com suporte. Pode realizar apenas mínimas atividades de vida diária.	1	1
10	Na cama. Não pode realizar atividades de vida diária sem assistência.	0	0

2.2 Procedimento

Para coleta dos dados foi utilizado um jogo de telefone móvel denominado Marble Maze Classic®, e o aparelho utilizado foi um smartphone marca Nokia®, modelo Nokia 500 (altura: 111,3 mm, largura: 53,8 mm, espessura: 14,1 mm, peso: 94 g, tamanho da

tela: 3,2"). O jogo consistia em conduzir uma bola virtual por um percurso pré-determinado de labirinto, com a meta de alcançar um alvo final no menor tempo possível. Simulando uma mesa de madeira com paredes que delimitam o trajeto do labirinto, a bola virtual percorre o caminho do labirinto por meio de movimentos realizados pela mão que segura o telefone móvel (Figura 1).

Figura 1: Labirintos utilizados para as fases de aquisição, retenção de curto prazo e transferências. **Labirinto A** = usado na aquisição dos grupos DMD1 e DT1, **Labirinto B** = usado na aquisição dos grupos DMD2 e DT2, **Labirinto C** = usado na transferência 3 dos grupos DMD1 e DT1, **Labirinto D** = usado na transferência 3 dos grupos DMD2 e DT2.

Foram customizados dois labirintos diferentes para a fase de aquisição, visto que o jogo permitia este tipo de customização. Esta foi feita através da colocação das paredes nos locais necessários para traçar o percurso que seria percorrido pela bola virtual do início ao fim do labirinto.

Em cada labirinto o trajeto é único, ou seja, em todas as curvas só existia uma possibilidade de continuidade do percurso. Desta forma, o percurso a ser realizado pela bola era sempre o mesmo em todas as tentativas. O tempo utilizado para mover a bola virtual pelo trajeto do labirinto até a sua chegada ao ponto final foi cronometrado e exibido ao jogador no final do jogo. Antes de iniciar a tarefa, foi explicado verbalmente o funcionamento do jogo, juntamente com uma demonstração feita pelo examinador, e durante a realização do jogo, foi constantemente lembrado ao participante sobre a necessidade da execução do labirinto no menor tempo de execução possível.

2.3 Tarefa

Para o protocolo de aprendizagem, os participantes executaram 30 tentativas da tarefa na fase de aquisição com a mão dominante. Após a fase de aquisição, houve um descanso de 5 minutos, em que o participante não teve contato com a tarefa. Em seguida, foram realizadas 5 tentativas na fase de retenção de curto prazo, com o mesmo labirinto da aquisição. Para a fase de transferência, foram realizadas 15 tentativas, divididas em 3 tarefas diferentes:

- *Transferência 1*: foi utilizado um labirinto com o trajeto em layout totalmente oposto (invertido horizontal e verticalmente) ao da aquisição (5 tentativas);
- *Transferência 2*: o mesmo labirinto da aquisição para ser realizado com a mão não-dominante (5 tentativas);
- *Transferência 3*: o mesmo labirinto da aquisição com os pontos de início e fim do percurso invertidos (5 tentativas).

Os protocolos foram os mesmos para os dois grupos, no entanto os labirintos utilizados foram diferentes (Tabela 3).

Tabela 3: Delineamento experimental do protocolo de aprendizagem motora.

Grupos	Aquisição	Retenção de curto prazo	Transferência 1	Transferência 2	Transferência 3
DMD 1 DT 1	<i>Labirinto A</i>	<i>Labirinto A</i>	<i>Labirinto B</i>	<i>Labirinto A</i>	<i>Labirinto C</i>
	(30 tentativas)	(5 tentativas)	(5 tentativas)	Mão não dominante	Troca início/fim
	Figura 1A	Figura 1A	Figura 1B	(5 tentativas)	(5 tentativas)
				Figura 1A	Figura 1C
DMD 2 DT 2	<i>Labirinto B</i>	<i>Labirinto B</i>	<i>Labirinto A</i>	<i>Labirinto B</i>	<i>Labirinto D</i>
	(30 tentativas)	(5 tentativas)	(5 tentativas)	Mão não dominante	Troca início/fim
	Figura 1B	Figura 1B	Figura 1A	(5 tentativas)	(5 tentativas)
				Figura 1B	Figura 1D

Legenda: DT = grupo com desenvolvimento típico; DMD = grupo com distrofia muscular de Duchenne

2.4 Análise dos dados

A variável dependente utilizada foi o tempo em segundos utilizado para percorrer o labirinto em cada tentativa nas fases de aquisição, retenção de curto prazo e transferência e os dados foram analisados por blocos de 5 tentativas.

O tempo de movimento foi definido como o tempo utilizado para completar o percurso do labirinto. As variáveis dependentes foram submetidas à ANOVA com fator 2 (Grupos: DMD, DT) por 2 (Tipo de labirinto: Labirinto 1, Labirinto 2) por 2 (Blocos), com medidas repetidas para o último fator. Para o fator Blocos, comparações separadas

foram realizadas para aquisição (primeiro bloco da aquisição A1 *versus* bloco final da aquisição A6), retenção (A6 *versus* bloco de retenção R) e transferência (R *versus* bloco de transferência T1, R *versus* T2 e R *versus* T3). As comparações de post-hoc foram realizadas utilizando-se do teste de Tukey-HSD ($p < 0,05$). O programa estatístico utilizado foi o SPSS (Statistical Package for Social Sciences), versão 20.0.

3. RESULTADOS

3.1 Aquisição

O padrão de tempo de movimento está ilustrado na Figura 2. Efeitos significantes foram encontrados para Blocos, $F(1, 95) = 97,2$, $p < ,001$, $\eta^2 = ,51$ e Grupos, $F(1, 95) = 64,7$, $p < ,001$, $\eta^2 = ,41$. Estes resultados sugerem que os participantes diminuíram o tempo de movimento do A1 ($M = 6,3s$) para o A6 ($M = 5,2s$), além disto, o grupo DMD teve um tempo de movimento muito maior ($M = 7,0s$) que o grupo DT ($M = 4,5s$). Interação entre bloco e grupo, $F(1, 95) = 6,28$, $p = ,014$, $\eta^2 = ,06$ foi encontrada. O post hoc falhou em identificar as diferenças entre os blocos A1 e A6 no grupo DMD (7,7 e 6,3, respectivamente) e no grupo DT (4,9 e 4,1, respectivamente), onde ambos os grupos apresentaram diferenças significantes.

3.2 Retenção de curto prazo

Um efeito principal para grupos $F(1, 95) = 66,9$, $p < ,001$, $\eta^2 = ,41$ foi encontrado para o teste de retenção. Este resultado mostra que no grupo DMD o tempo de movimento foi maior ($M = 6,3s$) que no grupo DT ($M = 4,1s$). Não houve efeitos ou interações para blocos.

Figura 2: Representação gráfica das médias e erros padrão dos blocos de tentativas nos grupos DT e DMD. Cada bloco se refere a um conjunto de 5 tentativas. A1–A6= blocos da fase de aquisição; R= bloco do teste de retenção; T1= bloco de transferência com o labirinto oposto; T2= bloco de transferência com a mão não dominante; T3= bloco de transferência com a inversão do início-fim; DMD= grupo com distrofia muscular de Duchenne; TD= grupo com desenvolvimento típico.

3.3 Transferência para o labirinto oposto (T1)

Efeitos significantes foram encontrados para Blocos, $F(1, 96) = 17,7$, $p < ,001$, $\eta^2 = ,16$ e Grupos, $F(1, 96) = 96,2$, $p < ,001$, $\eta^2 = ,50$. Estes resultados sugerem que os participantes aumentaram o tempo de movimento de R ($M= 5,2s$) para T1 ($M= 5,7s$), e também que o grupo DMD teve um tempo de movimento muito maior ($M= 6,7s$) que o grupo DT ($M= 4,3s$). Interação entre Blocos e Tipo de labirinto $F(1, 96) = 33,1$, $p < ,001$, $\eta^2 = ,26$ foi encontrada. O teste post hoc mostrou que apenas nos grupos 1 (DMD1 e DT1)

houve um aumento significativo do bloco R (M= 5,0s) para T1 (M= 6,1s), enquanto para os grupos 2 (DMD2 e DT2) esta diferença não foi significativa (M= 5,5s para 5,3s, respectivamente).

Como os participantes apresentaram pior desempenho no bloco T1, uma análise foi realizada para avaliar se o tempo de movimento dos participantes no bloco T1 foi parecido com o primeiro bloco de aquisição A1, para saber se o desempenho dos participantes retornou ao valor do início da fase de prática. Observou-se, então, que houve efeitos significativos para Blocos $F(1, 96) = 15,6$, $p < ,001$, $\eta^2 = ,14$ e interação entre Blocos e Tipo de labirinto $F(1, 96) = 17,6$, $p < ,001$, $\eta^2 = ,16$. Este resultado mostra que os participantes diminuíram significativamente o tempo de movimento do bloco A1 (M=6,3 s) para o bloco T1 (M= 5,7 s). Além disto, nos grupos DMD2 e DT2 houve diferença significativa entre os Blocos A1 (M= 6,6 s) e T1 (M= 5,3 s), enquanto nos grupos DMD1 e DT1 esta diferença não foi significante (M= 6,1 para 6,1, respectivamente).

3.4 Transferência para a mão não dominante (T2)

Efeitos significativos foram encontrados para Blocos, $F(1, 96) = 23,1$, $p < ,001$, $\eta^2 = ,19$ e Grupos, $F(1, 96) = 90,3$, $p < ,001$, $\eta^2 = ,48$. Estes resultados indicam que os participantes aumentaram o tempo de movimento de R (M= 5,2s) para T2 (M= 6,0s), e ainda que o grupo DMD apresentou tempo de movimento muito maior (M= 7,0s) quando comparado ao grupo DT (M= 4,2s). Interação entre os blocos e grupo, $F(1, 96) = 6.89$, $p < .001$, $\eta^2 = .19$ foi encontrada. O teste post hoc mostrou que apenas o grupo DMD aumentou o tempo de movimento do bloco R (M= 6,4s) para o bloco T2 (M= 7,6s), para o grupo DT esta diferença não foi significante (M= 4,1s para 4,4s, respectivamente).

Assim como na transferência com o labirinto oposto, uma análise posterior foi realizada entre T2 e A1. Houve efeito marginalmente significativo para Blocos $F(1, 96) = 3,63$, $p = ,060$, $\eta^2 = ,04$. Este resultado sugere que os participantes reduziram o tempo de movimento entre A1 ($M = 6,3$ s) e T2 ($M = 6,0$ s).

3.5 Transferência com inversão do início e final (T3)

De forma similar à transferência com o labirinto oposto, efeitos significantes foram encontrados para Blocos, $F(1, 96) = 16,5$, $p < ,001$, $\eta^2 = ,15$ e Grupos, $F(1, 96) = 103,1$, $p < ,001$, $\eta^2 = ,52$. Estes resultados sugerem que os participantes aumentaram o tempo de movimento de R ($M = 5,2$ s) para T3 ($M = 5,6$ s), assim como o grupo DMD apresentou um tempo de movimento muito maior ($M = 6,6$ s) que o grupo DT ($M = 4,2$ s). Interação entre os Blocos e Tipo de labirinto, $F(1, 96) = 30,5$, $p < ,001$, $\eta^2 = ,24$ foi encontrada. O teste post hoc mostrou que apenas para os grupos DMD1 e DT1 houve um aumento significativo do bloco R ($M = 5,0$ s) para o bloco T3 ($M = 5,9$ s), mas para os grupos DMD2 e DT2 esta diferença não foi significativa ($M = 5,5$ s para $5,3$ s, respectivamente).

Conforme descrito nos dois primeiros tipos de transferência, uma análise posterior entre A1 e T3 foi realizada e mostrou os seguintes resultados: houve efeito significativo para Blocos $F(1, 96) = 23,0$, $p < ,001$, $\eta^2 = ,19$, o qual mostra que houve diferença significativa entre os blocos A1 ($M = 6,3$ s) e T3 ($M = 5,6$ s). Interações foram encontradas entre Bloco e Tipo de labirinto $F(1, 96) = 12,0$, $p = ,001$, $\eta^2 = ,11$ e entre Blocos, Grupos e Tipo de labirinto $F(1, 96) = 4,54$, $p = ,036$, $\eta^2 = ,05$. Estes resultados sugerem que somente para os grupos DMD2 e DT2 houve diferença do bloco A1 (Média geral = $6,6$ s, grupo DMD = $8,2$ s, grupo DT = $5,0$ s) para o bloco T3 (Média geral = $5,3$ s, grupo DMD =

6,4s, grupo DT= 4,2s), enquanto para os grupos DMD1 e DT1 esta diferença não ocorreu (Média geral= 6,1s e 5,9s, grupo DMD= 7,3s e 7,3s, grupo DT= 4,9s e 4,5s, respectivamente).

3.6 Análise de regressão

Para se encontrar quais fatores influenciam o grau de aprendizagem durante a prática entre as pessoas com DMD, foi realizada uma análise de regressão entre a melhora no tempo de movimento do primeiro para o último bloco de prática (Δ) com a idade, MFM-total, MFM-D1, MFM-D2, MFM-D3, EK, Vignos e o bloco A1. O que apresentou um modelo de regressão significativa, $F(8, 46) = 3,27$, $p = 0,006$, $r^2 = ,41$, resultando na seguinte equação: melhora do tempo de movimento = $0,168 * \text{MFM-D1} + 0,401 * \text{A1}$. Em outras palavras, somente o resultado na escala MFM-D1 e o tempo de movimento no primeiro bloco da aquisição podem prever o desempenho na fase de aquisição.

4. DISCUSSÃO

Este estudo conseguiu demonstrar que, por meio da prática do jogo de labirinto no celular, foi possível verificar melhora de desempenho na tarefa. Isto foi evidenciado pela diminuição nos tempos de movimento do primeiro para o último bloco na fase de aquisição e a manutenção do desempenho nas retenções em todos os grupos.

Isto demonstrou que, apesar da deficiência motora, as pessoas com distrofia muscular de Duchenne (DMD) são capazes de manusear um celular, e que possivelmente possam utilizar e ser funcionais com o aparelho. Portanto, o uso do celular pode ser considerado um dispositivo de interação funcional para pessoas com DMD.

Joshi e Lin ⁽⁴⁴⁾ afirmam que os smartphones (telefones móveis com acesso à internet e aplicativos), provavelmente se constituirão a próxima modernidade funcional para deficientes, não apenas pela acessibilidade, mas também pela praticidade de comunicação entre paciente e a equipe de reabilitação. A comunicação imediata entre paciente e equipe por meio dos novos aplicativos de saúde estão reformulando a assistência ao paciente e possibilitam em tempo real as colaborações e comunicações entre os profissionais.

Jones *et al.*, 2015 ⁽⁴⁵⁾ citam que a facilidade do uso e da aquisição traz os smartphones ao cenário da saúde e seu uso parece ser promissor em terapias nas mais diversas áreas de atuação. É fato que a população de menor renda e escolaridade, por exemplo, não estão apenas comprando smartphones a uma maior taxa do que é típico, mas eles são mais prováveis do que outros grupos sócio demográficos a utilizarem smartphones como sua principal, senão única, tecnologia.

Com relação às tarefas motoras praticadas por pessoas com DMD, outros estudos também verificaram melhora de desempenho utilizando instrumentos de pesquisa em tarefas funcionais de membros superiores. Em um trabalho que avaliou a função motora em uma tarefa de Pegboard, foi observado uma melhora do desempenho da primeira para

a última rodada. Além disso, quanto maior o número de repetições realizadas, melhor o desempenho, portanto a prática é importante para as pessoas com DMD. Os autores afirmam que a melhora do desempenho pode ser devido a um grande número de funções psicomotoras, incluindo coordenação olho-mão, destreza manual e velocidade motora ⁽⁴⁶⁾.

Em um estudo que caracterizou o desempenho motor de pessoas com DMD em uma tarefa computacional básica, foi relatado que as pessoas com DMD foram capazes de se adaptar para a tarefa e melhorar o seu desempenho com a prática. A melhora na tarefa no computador foi influenciada positivamente pelo nível basal de desempenho dos sujeitos com DMD, mas foi afetada pela funcionalidade motora distal dessas pessoas, sugerindo que uma melhor funcionalidade leva a um melhor desempenho ⁽⁴⁷⁾.

Estudos envolvendo aprendizagem motora na DMD são recentes, e têm procurado entender como o processo de aprendizagem ocorre nestas pessoas. Em uma recente revisão da literatura ⁽⁴⁸⁾ foram encontrados resultados que comprovam que as pessoas com DMD mantêm os padrões de aprendizagem motora, mesmo com a progressão da doença, no entanto, ocorrem diferenças no impacto e na magnitude da influência de fatores como capacidade cognitiva, deterioração do processo de percepção motora e deficiência do movimento na aprendizagem motora de pessoas com DMD. No entanto, há poucas pesquisas envolvendo aprendizagem motora na habilitação e reabilitação de pessoas com DMD ^(49, 50).

Apesar da melhora de desempenho em todos os grupos na aquisição e retenção, assim como um padrão semelhante no desempenho entre os grupos DMD e DT, de acordo com o labirinto utilizado, o grupo com desenvolvimento típico sempre apresentou um menor tempo de movimento em todas as fases do protocolo. Outros estudos envolvendo aprendizagem motora na DMD corroboram com o fato de que as pessoas com desenvolvimento típico apresentam resultados melhores comparados às pessoas com

DMD^(47, 49, 50). Estudos com esta população têm apontado que provavelmente as disfunções musculares afetam as performances motoras avaliadas^(4, 8).

Trabalhos recentes sobre destreza e velocidade em tarefas manuais com populações acometidas por doenças neurológicas indicam que quanto melhor o controle motor, maior é a destreza manual e mais rápida a velocidade do movimento, sendo que a alteração de força muscular pode ter influência sobre o controle do movimento na DMD^(14, 51, 52).

Com relação ao desempenho motor de pessoas com DMD, existe uma correlação positiva entre fraqueza muscular e perda funcional em pessoas com DMD, o que causa um aumento do tempo para realização das habilidades motoras^(17, 53). Na DMD ocorre diminuição da velocidade de condução nervosa da fibra muscular^(54, 55), o que gera um retardo na propagação da excitação pela fibra muscular atrasando o tempo de contração muscular⁽⁵⁶⁾. Além disso, há indícios de alteração motora fina nestas pessoas⁽⁵⁷⁾ e o número de fibras musculares esqueléticas do Tipo II, especializadas em contração e movimentos rápidos é severamente reduzida na DMD⁽⁵⁸⁾.

Bartels *et al.*⁽³⁵⁾ relatam uma relação entre a idade e a função motora distal do membro superior na DMD, 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. Mattar e Sobreira⁽⁵⁹⁾ apontam que a força das mãos nos pessoas com DMD reduz com a idade e é significativamente diferente em comparação com grupos controles. Apesar das alterações de força muscular em função da idade relatadas na literatura em trabalhos com DMD, em nosso estudo não houve interferência da idade no desempenho motor, evidenciado pela análise de regressão.

No presente estudo, ao avaliar a relação entre a função motora e o desempenho na tarefa, foi observado através da análise de regressão que não houve relação entre a funcionalidade das mãos (dimensão D3 da MFM) e o desempenho. No entanto, houve relação positiva entre a Dimensão 1 da MFM, referente às atividades de transferência e transições posturais e a melhora do desempenho. Isto indica que a tarefa realizada no celular exigiu uma função da musculatura axial do corpo, a qual interferiu no desempenho das pessoas com DMD, provavelmente porque a função axial é responsável por permitir que o membro superior sustente mas também movimente o celular, possibilitando que a cabeça direcione o olhar para a tela e a pessoa movimente o celular mais rápido. Dessa forma, uma pior função muscular de tronco gera um pior desempenho no manuseio do celular. Talvez isto justifique o pior desempenho do DMD em comparação ao DT, que possui controle de tronco sem alteração.

Jover *et al.* ⁽⁴⁾ avaliaram o ajuste postural antecipatório em crianças com DMD. Foi observado que este ajuste é menos eficiente nestas crianças, provavelmente devido à fraqueza muscular. Os autores apontam ainda que a fadiga muscular induzida pela fraqueza prejudica a eficiência da resposta muscular ao comando motor.

A piora da função motora, portanto, leva à diminuição do tempo de execução de tarefas motoras, mas além disso, nas pessoas com DMD, conforme a fraqueza muscular progride e aparecem maiores limitações funcionais, movimentos compensatórios são selecionados para realizar as tarefas, o que também contribui para o pior desempenho em tarefas que avaliam o tempo de movimento (velocidade de execução) pois as novas sinergias demandam maior tempo para a realização dos movimentos ⁽⁶⁰⁾.

Além das alterações musculares, deficiências em áreas centrais também podem ter influência em alterações no controle do movimento na DMD ^(2, 10, 61, 62). Gao ⁽⁶³⁾ e Cyrulnik ⁽⁶²⁾ relatam ausência de distrofina no cerebelo, o qual, pelas suas funções de

controle motor e discriminação de informações sensoriais, está envolvido no controle da velocidade e precisão dos movimentos. Winstein ⁽⁶⁴⁾ e Witney ⁽⁶⁵⁾ apontam que o córtex motor é essencial para precisão e manipulação ágil de objetos. Há relatos de que pessoas com DMD, apresentam redução da excitabilidade do córtex motor e comprometimento da destreza manual bilateral ⁽⁶⁶⁾.

Analisando os resultados das transferências, observou-se que o desenho do labirinto teve influência no resultado, tanto no grupo com DT quanto no grupo com DMD. No teste de transferência para o labirinto oposto (T1) e para o labirinto com troca de início-final (T3), os grupos que realizaram o labirinto A na aquisição (DMD1 e DT1) não conseguiram realizar estas transferências. No entanto, os grupos que realizaram o labirinto B na aquisição, transferiram. Dessa forma, os grupos que realizaram a prática no labirinto B transferiram para o labirinto A, mas os grupos que praticaram no labirinto A não transferiram para o labirinto B. Isto indica que provavelmente o labirinto B seja mais difícil.

Visto isso, pode-se supor que o padrão de movimento auxilia ou dificulta na realização da função da tarefa proposta tanto no grupo com DMD como no grupo com DT. No labirinto B, os trechos em que a bola deveria se mover de baixo para cima eram maiores, e para cumprir esta parte específica do percurso, deveriam ser realizados os movimentos de extensão de punho, supinação do antebraço e desvio ulnar. Além disso, esses movimentos deveriam ser realizados com um maior controle e mantidos por mais tempo, exigindo uma ação de desaceleração e aumentando o tempo de execução do percurso, o que pode ser o motivo da dificuldade de realização do percurso dos labirintos B e também C, nas transferências 1 e 3 respectivamente.

Provavelmente esta seja uma combinação de movimentos desconfortável ou pouco funcional, tanto para o grupo DMD quanto para o grupo DT, visto que ambos os

grupos apresentaram pior desempenho em T1 e T3 para esses labirintos. Isto sugere que os labirintos utilizados nessas transferências (B e C) são mais difíceis, para ambas as populações.

No caso das pessoas com DMD, outro agravante para a dificuldade de realização destes labirintos é a presença de contraturas musculares, sobretudo nos membros superiores, pois isto pode comprometer os movimentos de supinação e pronação do antebraço, assim como os movimentos de desvios radial e ulnar ^(67, 68). O uso de cadeira de rodas também é um fator responsável pelo desenvolvimento de contraturas musculares em quadril, joelho e cotovelos em flexão, contribuindo para as limitações na amplitude de movimento em membros superiores ⁽⁷⁾.

Analisando o teste de transferência para a mão não dominante (T2), foi visto que os grupos DMD apresentaram um desempenho pior. Isto indica que houve transferência bilateral da aprendizagem apenas no grupo DT.

A importância de entender o mecanismo de transferência bilateral de habilidades motoras se deve ao fato de que se uma tarefa aprendida com uma mão pode influenciar positivamente a transferência da tarefa para outra mão, este conceito pode ser aplicado na recuperação funcional de pacientes com comprometimento funcional maior em um hemicorpo que no outro ⁽⁶⁹⁾.

Noguchi e colaboradores ⁽⁶⁹⁾ realizaram um estudo com 95 homens destros saudáveis e examinaram o efeito da transferência bilateral. Como resultado, foi visto que o grupo que realizou a tarefa com a mão dominante primeiro apresentou um resultado melhor com a mão não dominante, do que o grupo que realizou a tarefa com a mão não dominante primeiro. Ou seja, a transferência apresenta melhores resultados quando feita da mão dominante para a não dominante, em pessoas saudáveis. Resultados estes que

foram semelhantes a outros previamente relatados na literatura, como o de Byrd *et al.* ⁽⁷⁰⁾, com a diferença que este último avaliou pessoas com desordens neurológicas.

O presente estudo corrobora com os achados de Noguchi *et al.* ⁽⁶⁹⁾, visto que no grupo DT houve transferência da mão dominante para a não dominante. No entanto, este resultado não foi encontrado no grupo DMD, indicando que provavelmente a deficiência motora exerça influência sobre a transferência bilateral.

Em outro estudo ⁽⁴⁹⁾, resultados diferentes foram encontrados sobre a transferência bilateral em pessoas com DMD. Nakafuji e Tsuji ⁽⁴⁹⁾ avaliaram 18 pessoas com DMD e 28 controles saudáveis em tarefas de aprendizagem motora e transferência bilateral, e relataram que a transferência bilateral da aprendizagem ocorreu nas pessoas com DMD, porém com desempenho inferior ao apresentado pelas pessoas saudáveis.

No referido estudo de Nakafuji e Tsuji ⁽⁴⁹⁾, foi verificado que ambos os grupos foram capazes de melhorar a aquisição em novas tarefas, e os autores concluem que pacientes com DMD e saudáveis têm padrões de aprendizagem basicamente semelhantes, no entanto, o pior desempenho dos pacientes com DMD está associado ao comprometimento funcional do movimento e não à deterioração do processo perceptivo-motor. Outro estudo também apontou que nas pessoas com DMD não estão prejudicadas a aferência proprioceptiva e a eferência motora, nem a função antecipatória ⁽⁴⁾.

No presente estudo, observamos que DMD e DT apresentaram padrões de aprendizagem basicamente semelhantes, diferindo apenas na transferência bilateral, pois apenas o DT conseguiu manter o desempenho com a mão não dominante, mesmo quando os labirintos praticados foram os mais difíceis. Também observamos que o DMD fez todas as transferências menos a bilateral, o que mostra que o seu comprometimento motor afetou apenas essa transferência, pois nas outras transferências o seu desempenho se igualou ao DT. Ou seja, a mão não dominante de pessoas com DMD sofre maior

influência de fatores como alterações histopatológicas da fibras musculares, fadiga e fraqueza musculares, diminuição da velocidade de condução nervosa e pior controle motor, afetando a velocidade de execução da tarefa motora e a função motora.

Desta forma, a prática de uma atividade motora por meio de um jogo de celular pode ser benéfica para pessoas com DMD, pois este pode ser um instrumento muito útil na vida dessas pessoas que, devido às limitações motoras, perdem a possibilidade de executar muitas funções necessárias no dia a dia. Possibilitar um melhor manuseio e uso de suas funções motoras residuais por meio de um instrumento que permite a comunicação entre a pessoa com comprometimento e outras pessoas constitui uma aplicação prática destes achados que podem ser vitais em uma situação de emergência. O uso de modernidades tecnológicas como instrumento de pesquisa e de tratamento nas distrofias musculares deve ser incentivado e mais explorado.

O presente estudo teve algumas limitações que devem ser mencionadas. Os labirintos utilizados para realização das tarefas foram simples, com pouca demanda cognitiva, e não foram realizadas avaliações cognitivas nestes sujeitos pesquisados. Estudos futuros podem aplicar labirintos mais complexos e que exijam maior participação cognitiva para resolver a tarefa, permitindo a avaliação de diversos aspectos neuropsicológicos de planejamento, execução, organização espacial e memória.

5. CONCLUSÃO

Podemos concluir que a prática de uma tarefa visuo-motora num jogo de celular promoveu uma melhora no desempenho durante a aquisição nos grupos com distrofia muscular de Duchenne (DMD) e desenvolvimento típico (DT), que se manteve nas fases de retenção e transferência, apresentando padrões de aprendizagem semelhantes para ambos os grupos. O desempenho foi influenciado pela dificuldade da tarefa, independente do grupo estudado.

Para as pessoas com DMD, em todas as fases do experimento, o tempo de movimento foi maior comparado ao grupo DT, visto que os déficits motores são responsáveis pela menor velocidade de execução da tarefa. No entanto, este não é um impeditivo para a utilização dos smartphones por esta população.

6. ANEXOS

6.1 Anexo A – Aceite da instituição

Ao Comitê de Ética em Pesquisa do Sistema Plataforma Brasil

Afirmo, para os devidos fins, que a Associação Brasileira de Distrofia Muscular (ABDIM) autoriza a realização de coleta de dados para a execução do projeto de pesquisa intitulado "Aprendizagem motora na Distrofia Muscular de Duchenne por meio de jogo de labirinto em telefone móvel", a partir do Consentimento Livre e Esclarecido dos pacientes e/ou responsáveis pelos pacientes com Distrofia Muscular de Duchenne que realizam acompanhamento clínico e terapêutico na instituição supracitada, sob orientação do Prof. Dr. Carlos Bandeira de Mello Monteiro, orientador do programa de pós graduação *Stricto Sensu* em Ciências da Reabilitação da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – USP.

São Paulo, 09 de OUTUBRO de 2013.

Associação Brasileira de Distrofia Muscular
Munka Tenezi Cutilhon e Sá
RG: 11.998.788-4
(090042)

www.abdim.org.br
Rua Engenheiro Teixeira Soares, 715,
05505-030 Santana / São Paulo / SP

6.2 Anexo B – Aprovação CEP

APROVAÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de **11/12/2013**, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **502/13** intitulado: **“APRENDIZAGEM MOTORA NA DISTROFIA MUSCULAR DE DUCHENNE POR MEIO DE JOGO DE LABIRINTO EM TELEFONE MÓVEL”** 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: Camila Miliani Capelini

CEP-FMUSP, 12 de Dezembro de 2013.

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

6.3 Anexo C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

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 NASC:/...../.....
 ENDEREÇO Nº: APTO:
 BAIRRO: CIDADE: CEP:
 TELEFONE: (.....)

2. RESPONSÁVEL LEGAL

NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)
 DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº: SEXO: M ☐ F ☐ DATA NASC:/...../.....
 ENDEREÇO Nº: APTO:
 BAIRRO: CIDADE: CEP:
 TELEFONE: (.....)

DADOS SOBRE A PESQUISA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: Aprendizagem motora na distrofia muscular de Duchenne por meio de jogo de labirinto em telefone móvel.

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

CARGO/FUNÇÃO: Professor / Fisioterapeuta

INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº 16531-F

UNIDADE DO HCFMUSP: Departamento de Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO	☒	RISCO MÉDIO	☐
RISCO BAIXO	☐	RISCO MAIOR	☐

4. DURAÇÃO DA PESQUISA: 24 meses

1 – Desenho do estudo e objetivo(s):

O objetivo desta pesquisa será avaliar a aprendizagem motora de pessoas com e sem distrofia muscular de Duchenne em um jogo virtual de labirinto a ser realizado em telefone celular. Os participantes serão divididos em dois grupos, constituídos por pessoas com e sem Distrofia. Todos os participantes irão executar os mesmos procedimentos descritos no item 2.

2 – Descrição dos procedimentos que serão realizados, com seus propósitos e identificação:

Você será posicionado confortavelmente em uma cadeira ou em sua própria cadeira de rodas, quando for o caso. Antes de iniciar a tarefa, será explicado verbalmente o funcionamento do jogo, juntamente com uma demonstração feita pelo examinador. Você deverá segurar o telefone celular na posição horizontal, com a tela virada para cima, e quando iniciar o jogo deverá levar a bola até o final do labirinto, por meio de movimentos da mão. Esta tarefa de labirinto será repetida 40 vezes para que você consiga fazer o mais rápido possível. Informamos que o tempo estimado de sua participação será de 30 minutos.

3 – Descrição dos desconfortos e riscos esperados nos procedimentos do item 2:

A coleta de dados não causa nenhum risco para o voluntário, porém poderá provocar desconfortos devido ao número de repetições. Caso ocorra desconforto, será realizada uma pausa no protocolo, até que o voluntário se sinta confortável em retomar o procedimento e continuar a tarefa.

4 – Benefícios para o participante:

Não há nenhum benefício direto esperado com sua participação, a não ser a diversão característica do uso de jogos virtuais. Porém, 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.

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

Não há procedimentos alternativos.

6 – Garantia de acesso:

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é o Dr Carlos Bandeira de Mello Monteiro, que pode ser encontrado na EACH – USP no endereço Rua Arlindo Bértio, 1000 – Ermelino Matarazzo – São Paulo, telefone: (11) 99953-0716, a investigadora executante é a Fisioterapeuta Camila Miliani Capelini, que pode ser encontrada pelo telefone (15) 98113-6538. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) –Av. Dr. Arnaldo, 455 – Instituto Oscar Freire – 1º andar– tel: 3061-8004, FAX: 3061-8004– E-mail: cep.fmusp@hcnet.usp.br

7 – 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:

Caso não queira mais participar do trabalho, você tem a liberdade de retirar seu consentimento e não será prejudicado ou cobrado de nada, sendo garantida a continuidade do seu tratamento na instituição.

8 – Direito de confidencialidade:

Os resultados desta pesquisa serão divulgados em congressos e publicações em revistas científicas, no entanto, o nome dos participantes é confidencial e não será exposto em momento algum.

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

Se quiser saber mais sobre este trabalho ou tiver 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, riscos e benefícios relacionados à pesquisa.

10 – Despesas e compensações:

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

11 - Compromisso do pesquisador:

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

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo: “Aprendizagem motora na distrofia muscular de Duchenne por meio de jogo de labirinto em telefone móvel”. Eu discuti com o Dr. Carlos Bandeira de Mello Monteiro 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 de 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, prejuízos, ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido no meu atendimento neste serviço.

Data ____ / ____ / ____

Assinatura do 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.

Data ____ / ____ / ____

Assinatura do responsável pelo estudo

Pesquisadora executante: Fisioterapeuta Camila Miliani Capelini (15) 98113-6538

6.4 Anexo D – Medida da Função Motora

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

Itens	Escore		
	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: <input type="text"/> Tentativa 2: <input type="text"/> 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=

6.5 Anexo E – Escala *Egen Klassifikation*

ANEXO – Escala EK

1. Habilidade para o uso da cadeira de rodas

0. Capaz de usar uma cadeira de rodas manual no plano, progredindo pelo menos 10 metros em menos de um minuto.
1. Capaz de usar uma cadeira de rodas manual no plano, progredindo 10 metros em mais de um minuto.
2. Incapaz de usar uma cadeira de rodas manual, necessitando de uma cadeira de rodas elétrica.
3. Faz uso de uma cadeira elétrica, mas ocasionalmente apresenta dificuldades para realizar curvas.

2. Habilidade de transferência de cadeira de rodas

0. Capaz de sair da cadeira de rodas sem ajuda.
1. Capaz de sair da cadeira de rodas de maneira independente, mas com necessidade de dispositivo auxiliar.
2. Necessita assistência para sair da cadeira de rodas, com ou sem uso de dispositivos auxiliares.
3. Necessita ser levantado com suporte da cabeça quando saindo da cadeira de rodas.

3. Habilidade de permanecer em pé

0. Capaz de manter-se em pé com os joelhos apoiados, assim como quando usando muletas.
1. Capaz de manter-se em pé com joelhos e quadris apoiados, assim como quando utilizando dispositivos auxiliares.
2. Capaz de manter-se em pé com apoio para todo o corpo.
3. Incapaz de ficar em pé; presença de contraturas acentuadas.

4. Habilidade de balançar-se na cadeira de rodas

0. Capaz de assumir sozinho uma posição vertical a partir de uma flexão ventral completa com a ajuda das mãos.
1. Capaz de mover a porção superior do corpo mais do que 30 graus a partir da posição sentada em todas as direções, mas incapaz de assumir sem ajuda a posição vertical a partir de uma flexão ventral completa.
2. Capaz de mover a porção superior do corpo menos de 30 graus de um lado a outro.
3. Incapaz de modificar a posição da parte superior do corpo; não consegue sentar sem o apoio total do tronco e cabeça.

5. Habilidade de movimentação dos braços

0. Capaz de elevar os braços acima da cabeça com ou sem movimentos compensatórios.
1. Incapaz de levantar os braços acima da cabeça, mas capaz de elevar os antebraços contra a gravidade como, por exemplo, a mão até a boca, com ou sem apoio dos cotovelos.
2. Incapaz de elevar os antebraços contra a gravidade, mas capaz de usar as mãos contra a gravidade quando o antebraço está apoiado.
3. Incapaz de mover as mãos contra a gravidade, mas capaz de usar os dedos.

6. Habilidade de usar as mãos e braços para comer

0. Capaz de cortar a carne em pedaços e comer com colher e garfo. Pode elevar uma tigela cheia (aproximadamente 250 ml) até a boca sem o apoio do cotovelo.
1. Come e bebe com o cotovelo apoiado.
2. Como e bebe com o cotovelo apoiado e com a ajuda da mão oposta com ou sem a utilização de dispositivos auxiliares alimentares.
3. Necessita ser alimentado.

7. Habilidade de virar-se na cama

0. Capaz de virar-se na cama com as roupas de cama.
1. Capaz de virar-se em um divã, mas não na cama.
2. Incapaz de virar-se na cama. Tem que ser virado três vezes ou menos durante a noite.
3. Incapaz de virar-se na cama. Tem que ser virado quatro vezes ou mais durante a noite.

8. Habilidade para tossir

0. Capaz de tossir efetivamente.
1. Tem dificuldade para tossir e algumas vezes necessita de estímulo manual. Capaz de "limpar a garganta".
2. Sempre necessita de ajuda para tossir. Capaz de tossir somente em certas posições.
3. Incapaz de tossir. Necessita de técnicas de sucção e/ou hiperventilação ou ainda com pressão positiva intermitente para manter as vias aéreas limpas.

9. Habilidade para falar

0. Fala poderosa. Capaz de cantar e falar alto.
1. Fala normalmente, mas não consegue elevar a sua voz.
2. Fala com voz baixa e precisa respirar após três a cinco palavras.
3. Fala difícil de ser compreendida a não ser pelos parentes próximos.

10. Bem-estar geral

0. Sem queixas, sente-se bem.
1. Cansa facilmente. Apresenta dificuldades quando repousando em uma cadeira ou na cama.
2. Apresenta perda de peso, perda do apetite. Medo de dormir à noite, dorme mal.
3. Apresenta sintomas adicionais tais como: mudanças de humor, dor de estômago, palpitações, sudorese.

Total: 0-30

6.6 Anexo F – Escala Vignos

ESCORE	DESCRIÇÃO
1	Alteração detectável na postura ou marcha; sobe escada sem auxílio do corrimão.
2	Anda, mas sobe escada apenas com auxílio do corrimão.
3	Anda, mas sobe oito degraus com auxílio por mais de 25 segundos.
4	Anda, mas não sobe escadas.
5	Anda sem auxílio externo, mas não sobe escadas ou levanta da cadeira.
6	Anda apenas com auxílio externo (uso de órteses).
7	Na cadeira de rodas. Senta ereto, pode tocar a cadeira e é capaz de realizar atividades de vida diária na cama ou na cadeira.
8	Na cadeira de rodas. Senta ereto, não é capaz de realizar atividades na cama ou na cadeira sem assistência.
9	Na cadeira de rodas. Senta ereto somente com suporte. Pode realizar apenas mínimas atividades de vida diária.
10	Na cama. Não pode realizar atividades de vida diária sem assistência.

6.7 Anexo G – Artigo piloto publicado

Temas sobre Desenvolvimento 2015; 20(110-111).

Original

Capelini CM, Massetti T, Menezes LDC, Silva TD, Malheiros SRP, Guarnieri R, Ré AHN, Monteiro CBM. Verificação do desempenho com utilização de telefone móvel em pessoas com Distrofia Muscular de Duchenne: projeto piloto. Temas sobre Desenvolvimento 2015; 20(110-111):140-5.

Artigo recebido em 17/04/2015. Aceito para publicação em 27/07/2015.

verificação do desempenho com utilização de telefone móvel em pessoas com distrofia muscular de duchenne: projeto-piloto

camila miliani capelini¹

thais massetti²

lilian del ciello de menezes¹

talita dias da silva³

sílvia regina pinheiro malheiros⁴

regiane guarnieri⁵

alessandro heraldo nicolai ré⁶

carlos bandeira de mello monteiro⁶

(1) Fisioterapeuta, Mestranda em Ciências da Reabilitação na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP), São Paulo, SP.

(2) Fisioterapeuta, Mestre em Ciências da Reabilitação pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP), São Paulo, SP.

(3) Fisioterapeuta, Doutoranda em Medicina na Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP.

(4) Fisioterapeuta, Doutoranda na Faculdade de Medicina do ABC (FMABC), São Paulo, SP.

(5) Comunicadora Social, Integrante do Departamento de Escrita Científica da Faculdade de Medicina do ABC (FMABC), São Paulo, SP.

(6) Professor Doutor da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP), São Paulo, SP.

Grupo de Estudo e Pesquisa em Capacidades e Habilidades Motoras (GEPCHAM) da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP), SP.

Associação Brasileira de Distrofia Muscular (ABDIM), São Paulo, SP.

CORRESPONDÊNCIA

Camila Miliani Capelini
cmcapelini@usp.br

RESUMO

VERIFICAÇÃO DO DESEMPENHO COM UTILIZAÇÃO DE TELEFONE MÓVEL EM PESSOAS COM DISTROFIA MUSCULAR DE DUCHENNE: PROJETO-PILOTO: O objetivo deste estudo foi verificar a melhora de desempenho funcional com a utilização de telefone móvel (smartphone) durante a realização de uma tarefa de labirinto virtual em pessoas com Distrofia Muscular de Duchenne (DMD). Foram avaliados 20 adolescentes e adultos jovens, dez deles com diagnóstico de DMD e dez com desenvolvimento típico (DT), que formaram o grupo-controle, pareados por idade e sexo. Para verificar a melhora funcional foi utilizado o jogo Marble Maze Classic®, no qual os participantes devem completar o percurso de um labirinto virtual no menor tempo possível. Para análise dos dados, utilizou-se como medida de desempenho o tempo em segundos para percorrer o labirinto em cada uma das tentativas. Os dados foram avaliados considerando-se a melhora de desempenho nas fases de aquisição, retenção e transferência. Verificou-se que a prática do jogo de labirinto no celular possibilitou melhora no desempenho durante a aquisição no grupo DMD, que se manteve nas fases de retenção e transferência. No entanto, em todas as fases do experimento, o grupo com DMD apresentou pior desempenho quando comparado com o grupo com DT. As pessoas com DMD apresentaram melhora funcional em tarefa motora com utilização do celular. Dessa forma, a utilização de telefones móveis deve ser considerada instrumento com potencial para promover aquisição de novas habilidades e seu uso deve ser estimulado e investigado como ferramenta de tecnologia assistiva na DMD.

Descritores: Distrofia Muscular de Duchenne, Habilidades motoras, Fisioterapia, Terapia de exposição à realidade virtual.

ABSTRACT

CHECKING THE PERFORMANCE WITH THE USE OF MOBILE PHONE IN PEOPLE WITH DUCHENNE MUSCULAR DYSTROPHY: A PILOT PROJECT: The study here reported aimed to verify the improvement of functional performance by utilizing the mobile telephone (smartphone) in a virtual maze task in people with Duchenne Muscular Dystrophy (DMD). 20 adolescents and young adults (10 with DMD and 10 with typical development matched for age and sex) were evaluated. The game Marble Maze Classic®, in which participants should complete the course of a virtual maze in the shortest time possible, was used to check the functional improvement. For data analysis, the performance measure was the time in seconds to run through the maze in each of the attempts. Data were evaluated considering the performance improvement in the stages of acquisition, retention and transfer. It was found that the practice of the maze game cell provide an improvement in performance during the acquisition in DMD patients, that remained in the phases of retention and transfer. However, in all phases of the experiment, the DMD group showed a worse performance when compared to the group with normal development. The patients with DMD showed functional improvement in motor task with the use of mobile device. Thus, the use of mobile phones should be considered as a potential tool to promote the acquisition of new skills and their use should be encouraged and investigated as an assistive technology tool in DMD.

Keywords: Duchenne Muscular Dystrophy, Motor skills, Physical therapy, Cellular phone, Virtual reality exposure therapy.

A Distrofia Muscular de Duchenne (DMD) é uma doença genética hereditária, resultante da mutação do gene Xp21, que gera o enfraquecimento progressivo e irreversível da musculatura esquelética, respiratória e cardíaca, devido à ausência da proteína distrofina na membrana da fibra muscular^{1,2}. Sua incidência é de aproximadamente um em 3.500 meninos nascidos vivos³.

Um dos primeiros sintomas da doença é a dificuldade na deambulação devida à fraqueza simétrica dos músculos dos membros inferiores. Há progressão lenta, ao longo do tempo, com o acometimento dos membros superiores e músculos respiratórios⁴. Pessoas com DMD apresentam um quadro de limitação e incapacidade física grave que leva à necessidade do uso de cadeira de rodas e assistência na realização de atividades simples do dia a dia⁵.

Para permitir que a pessoa com DMD adquira maior funcionalidade em tarefas diárias, é importante a existência de estudos que investiguem as intervenções terapêuticas e sua eficácia na reabilitação e que levem em consideração as necessidades e especificidades da progressão da doença.

Nos dias atuais, verifica-se a existência de várias pesquisas sobre distrofia muscular, mais especificamente sobre treinamento físico⁶, tratamentos terapêuticos⁷, tratamentos farmacológicos⁸⁻¹⁰, funções motoras grossas e incapacidades funcionais na mobilidade, no autocuidado e na função social^{11,12}. No entanto, há carência de estudos sobre a utilização de novos equipamentos tecnológicos que ampliem as possibilidades de tratamento para pessoas com DMD.

A partir dos avanços tecnológicos, ampliam-se as possibilidades de intervenção na área da saúde e da reabilitação de pessoas com doenças incapacitantes. Interfaces computacionais que permitam uma interação segura, agradável e funcional para pessoas com deficiência são cada vez mais estudadas, e sua utilização é cada vez mais valorizada em terapias e pesquisas¹³.

Considerando a utilização de tecnologia, pessoas com DMD apresentam habilidades funcionais suficientes das mãos para o uso de teclados ou *mouses*, visto que ombros e cotovelos são os segmentos que apresentam maior incapacidade¹⁴.

Burgstahler et al.¹⁵ apresentam dados interessantes sobre o uso de tecnologia assistiva para pessoas com deficiências motoras. Os autores citam alguns equipamentos utilizados no cotidiano dessas pessoas e, além de computadores e suas interfaces, um dispositivo moderno e que deve ser mais utilizado é o telefone móvel. Esse dispositivo, que permite toque na tela, oferece maior funcionalidade ao indivíduo com distrofia muscular. Telefones móveis, assim como computadores, possuem a capacidade de maximizar a independência, a produtividade e a participação das pessoas com deficiências físicas em programas

acadêmicos, empregos, atividades recreacionais, entre outras tarefas¹⁵. Devido ao tamanho, praticidade de transporte, agilidade no uso e utilização de estruturas corporais distais, o telefone móvel pode viabilizar mais função para pessoas com DMD do que qualquer outro dispositivo que propicie interação computacional.

Os *smartphones*, telefones móveis com acesso à internet e aplicativos, provavelmente constituirão a próxima modernidade funcional para deficientes, não apenas pela funcionalidade motora, mas também pela praticidade de comunicação entre paciente e equipe de reabilitação. A comunicação imediata entre paciente e equipe de reabilitação por meio dos novos aplicativos de saúde estão reformulando a assistência ao paciente e possibilitando, em tempo real, a colaboração e a comunicação entre os profissionais¹⁶.

Considerando o uso do celular em projetos de pesquisa, Jones et al.¹⁷ avaliaram a utilização de telefone móvel na saúde mental, como forma de estabelecer contato mais frequente entre o terapeuta e o paciente em terapia cognitivo-comportamental. Kirwan et al.¹⁸ verificaram a utilização de aplicativos para monitorar a prática de atividades físicas, e Wackel et al.¹⁹ observaram a eficácia de aplicativos para monitorar a frequência cardíaca na detecção do aparecimento de taquicardia durante o exercício. No entanto, não foram encontrados estudos que utilizem o telefone móvel como instrumento de intervenção para pessoas com deficiências físicas como a DMD.

Devido à possibilidade de utilizar o telefone móvel como instrumento de intervenção e de acompanhamento em programas de reabilitação, este trabalho teve como objetivo verificar a função motora de pessoas com DMD ao realizar um protocolo de aprendizagem motora por meio de uma tarefa de labirinto em um telefone móvel. O conhecimento da melhora de desempenho em tarefa funcional utilizando telefone móvel em pessoas com DMD pode contribuir significativamente para a organização adequada e efetiva de programas de intervenção para essa população.

Método

Para a realização deste estudo, desenvolvido na Associação Brasileira de Distrofia Muscular (ABDIM), foram avaliados 20 adolescentes e adultos jovens, com idades entre 10 e 24 anos. Dez constituíram o Grupo Experimental com Distrofia Muscular de Duchenne (DMD), todos do sexo masculino; e dez fizeram parte do grupo-controle, constituído por pessoas com desenvolvimento típico (DT), sem alterações da postura e movimento, pareados por idade e sexo com o grupo experimental.

Foram consideradas elegíveis as pessoas com diagnóstico de DMD confirmado por método molecular e/ou por

expressão proteica do músculo esquelético. Os critérios de exclusão foram a presença de deformidades articulares que pudessem impedir os movimentos necessários para a realização da tarefa e a não compreensão da tarefa.

O quadro clínico funcional para caracterização dos participantes com DMD foi avaliado por meio das escalas de Vignos²⁰, da escala *Egen Klassifikation* (EK)²¹, e também da *Motor Function Measure* (MFM)²². A caracterização dos sujeitos segue na Tabela 1.

Tabela 1.
Caracterização da amostra (médias e desvios-padrão).

Variáveis	DT	DMD
Idade (anos)	17,3 ± 4,1	17,3 ± 4,1
MFM-total (%)	-	49,6 ± 27,8
MFM-D3 (%)	-	78,1 ± 15,4
EK	-	9,3 ± 6,6
Vignos	-	5,7 ± 3,1

DT: grupo com desenvolvimento típico; DMD: grupo com Distrofia Muscular de Duchenne; MFM-total: pontuação total na *Motor Function Measure*; MFM-D3: pontuação no terceiro domínio da *Motor Function Measure*; EK = *Egen Klassifikation*.

Para a coleta dos dados foi utilizado o jogo para telefone móvel denominado *Marble Maze Classic*®, e o aparelho utilizado foi um *smartphone* marca Nokia®, modelo Nokia 500. O jogo consistia em conduzir uma bola virtual por um percurso pré-determinado de labirinto, com a meta de alcançar um alvo final no menor tempo possível. Simulando uma mesa de madeira com paredes que delimitam o trajeto do labirinto, a bola virtual percorre o caminho do labirinto por meio de movimentos realizados com a mão que segura o telefone móvel (Figura 1).

O tempo utilizado para mover a bola virtual pelo trajeto do labirinto até a sua chegada ao ponto final foi cronometrado e exibido ao jogador e avaliador no final de cada tentativa. Antes de iniciar a tarefa, foi explicado verbalmente o funcionamento do jogo, juntamente com uma demonstração feita pelo examinador.

Para verificar a melhora de desempenho foi utilizado um protocolo de aprendizagem motora em que os participantes executaram 30 tentativas da tarefa na fase de aquisição com a mão dominante. Após a fase de aquisição, houve um descanso de cinco minutos em que o participante não teve contato com a tarefa. Em seguida, foram realizadas cinco tentativas na fase de retenção, com o mesmo labirinto da aquisição. Para a fase de transferência, foram realizadas cinco tentativas, sendo utilizado um labirinto com o desenho do trajeto totalmente oposto (invertido horizontal e verticalmente) ao da aquisição.

Figura 1.
Labirintos customizados utilizados para as fases de aquisição, retenção e transferência.

Os dados foram analisados a partir da média de blocos de cinco tentativas para todas as fases do estudo: aquisição (A1-A6), retenção (R) e transferência (T). As variáveis dependentes foram submetidas à ANOVA com fator 2 (grupos: DMD e DT) por 2 (blocos) e medidas repetidas no fator blocos. Para o fator blocos, foram realizadas comparações separadas para aquisição (primeiro bloco da aquisição A1 *versus* último bloco A6), retenção (A6 *versus* bloco R e transferência (R *versus* bloco T). Todos os resultados foram representados por médias. As comparações *post-hoc* foram realizadas com o teste de Tukey-HSD.

Resultados

Aquisição

Na Tabela 2 são apresentados os resultados das análises estatísticas. Efeitos significativos foram encontrados para Blocos, além de interação entre Blocos e Grupos. A análise *post-hoc* mostrou melhora do tempo de movimento do primeiro para o último bloco apenas no grupo DMD ($M = 9,3s$ para $M = 7,1s$, respectivamente), enquanto no grupo DT essa melhora não foi significativa ($M = 4,9s$ para $M = 4,1s$, respectivamente). Também foram encontrados efeitos para Grupos, em que o grupo DMD apresentou tempo de movimento maior ($M = 8,2s$) do que o grupo DT ($M = 4,5s$) (Figura 2).

Tabela 2.

Dados estatísticos referentes às análises nas fases de aquisição, retenção e transferência.

Variáveis	Efeito principal: Blocos			Efeito principal: Grupos			Interação: Blocos x Grupos		
	(gl) F-ratio	valor de <i>p</i>	η^2	(df) F-ratio	valor de <i>p</i>	η^2	(df) F-ratio	valor de <i>p</i>	η^2
Aquisição (Bloco A1 versus A6)	(1,17) 24,5	<,001	,59	(1,17) 11,6	,003	,41	(1,17) 5,59	,030	,25
Retenção (Bloco A6 versus R)	-	-	-	(1,17) 13,1	,002	,44	-	-	-
Transferência (Bloco R versus T)	-	-	-	(1,17) 31,6	<,001	,64	-	-	-

Gl: graus de liberdade; A1: primeiro bloco da fase de aquisição; A6: último bloco da fase de aquisição; R: bloco do teste de retenção; T: bloco do teste de transferência. Testes estatísticos utilizados: ANOVA para medidas repetidas e *post-hoc* de Tukey-HSD ($p < 0,05$).

Figura 2.

Representação dos blocos de tentativas nos grupos (média e erro-padrão).

A1–A6: blocos da fase de aquisição; R: bloco da fase de retenção; T: bloco da fase de transferência; DMD: grupo com Distrofia Muscular de Duchenne; DT: grupo com desenvolvimento típico.

Retenção

A comparação entre o bloco final da aquisição e o da retenção não revelaram efeitos ou interações significativos para Blocos. Em outras palavras, para ambos os grupos, o padrão de movimento no bloco final de aquisição e de retenção foram similares (DMD: 7,1s e 7,1s; DT: 4,1s e 4,1s, respectivamente), indicando que a aprendizagem no grupo DMD foi consolidada (Tabela 2). E ainda, o tempo de movimento do grupo DMD foi maior ($M = 7,1s$) do que o do grupo DT ($M = 4,1s$) (Figura 2).

Transferência

Assim como na fase de retenção, na transferência não houve efeitos ou interações significativos para Blocos. Ou

seja, o tempo de movimento do bloco de retenção foi similar ao do bloco de transferência para ambos os grupos (DMD: 7,1s e 6,8s; DT: 4,1s e 4,1s, respectivamente), confirmando que a aprendizagem no grupo DMD foi consolidada (Tabela 2). O efeito para Grupos se manteve presente: o grupo DMD continuou apresentando tempo de movimento maior ($M = 6,9s$) do que o grupo DT ($M = 4,1s$) (Figura 2).

Discussão

A utilização de tecnologia para auxiliar na funcionalidade de pessoas com deficiência é uma área promissora para pesquisa e investimentos em reabilitação. Neste estudo, procurou-se verificar a melhora de desempenho de

peessoas com DMD em uma tarefa realizada em um telefone celular, atualmente um recurso tecnológico muito presente e amplamente utilizado em diferentes classes sociais, faixas etárias e que deve ser considerado para facilitar a funcionalidade na DMD.

Para verificar a melhora funcional, utilizou-se uma tarefa de labirinto que permite avaliar diversos aspectos neuropsicológicos de planejamento, execução, organização espacial e memória implícita, e que envolve a operacionalização da intenção de movimentar-se para alcançar um objetivo, e o planejamento com efetivação motora. A tarefa consistiu da realização de um caminho, no menor tempo possível, em um labirinto com uma entrada, uma saída e um único caminho a ser percorrido. Além da melhora de desempenho nas fases de aquisição e de retenção, pode-se verificar a estabilização da habilidade motora, indicada pela capacidade de manter o desempenho após uma mudança do labirinto na transferência. A manutenção de desempenho em um labirinto diferente direciona para a formação de estratégias cognitivas e de um programa de ação²³.

Os resultados demonstraram que, na fase de aquisição, o grupo DMD mostrou melhora significativa no tempo de movimento entre o desempenho inicial (bloco A1) e final (bloco A6), enquanto no grupo DT essa melhora não foi significativa. No entanto, houve um efeito presente entre os grupos, ou seja, o grupo DMD apresentou tempo de movimento maior do que o grupo DT.

A prática ou experiência da tarefa motora é parte essencial do processo de aperfeiçoamento do ato motor direcionado a um objetivo, e a melhora relativamente permanente da capacidade do indivíduo em desempenhar uma habilidade motora demonstra o aprendizado da tarefa. Verificou-se que o grupo com DMD melhorou o desempenho com aumento da consistência e da fluência no movimento, diminuição do erro de execução e redução no tempo total de movimento para a realização da tarefa²⁴. No entanto, essa melhora não foi observada no grupo com DT; provavelmente a tarefa era fácil para o grupo com DT, que iniciou a tarefa com valores de tempo de movimento bastante baixos e não necessitou de adaptação para atingir o máximo do potencial.

Nakafuji e Tsuji²⁵ avaliaram 18 indivíduos com DMD e 28 controles em um estudo que avaliou aprendizagem motora e transferência bilateral de aprendizagem, e concluíram que pacientes com DMD e os saudáveis têm padrões de aprendizagem basicamente semelhantes. No entanto, o pior desempenho dos pacientes com DMD está associado ao comprometimento funcional do movimento, e não à deterioração do processo perceptivo-motor.

Para verificar se a aprendizagem ocorreu com solidez, mais do que comparar o desempenho na fase inicial em

relação à fase final de aquisição, é necessário recorrer ao desempenho em testes de aprendizagem, isto é, de retenção e/ou de transferência²⁴. Para avaliar o grau de permanência do que foi adquirido após um período sem prática, foi comparado o tempo de movimento do final da fase de aquisição com o tempo da fase de retenção. Foi observado em todos os grupos que não houve diferença entre os blocos final da aquisição (A6) e da retenção (R), indicando que o desempenho se manteve estável após um período sem prática, ou seja, a aprendizagem no grupo com DMD foi consolidada. E, como esperado, o tempo de movimento do grupo DMD foi maior do que o do grupo com o DT.

Já os testes de transferência avaliam a capacidade de adequação de um comportamento motor praticado em um contexto diferente, mediante alteração na tarefa motora²⁶. Neste estudo, observou-se que o tempo de movimento do bloco de retenção foi similar ao do bloco de transferência para ambos os grupos, confirmando que o desempenho não piorou com a modificação da tarefa motora. Também se manteve o efeito para grupos, em que o grupo DMD continuou apresentando tempo de movimento maior do que o grupo DT.

Esses resultados, desde a melhora do desempenho entre o início e o final da aquisição, e a manutenção do desempenho nas fases de retenção e transferência, observados no grupo com DMD constituem fortes indicadores de que o processo de adaptação da tarefa com aprendizagem motora ocorreu nas pessoas com DMD. A aprendizagem, apesar de não poder ser observada diretamente, é inferida, entre outros, pela observação da melhora, do aumento da consistência e da relativa permanência do desempenho. Esses dados corroboram os resultados encontrados por Nakafuji e Tsuji²⁵ que, além de verificar diferenças entre o grupo com DT e DMD, concluíram que o pior desempenho dos pacientes com DMD está associado ao comprometimento funcional do movimento.

Com a progressão da doença e o aumento das limitações físicas, o uso de recursos computadorizados para a interação e realização de atividades em diferentes ambientes é aumentado, devendo-se observar as frequentes necessidades de ajustes ou substituições desses dispositivos utilizados²⁷ por outros instrumentos modernos, como o celular móvel¹⁵.

A tecnologia é uma ferramenta valiosa que melhorou e continuará a melhorar a vida e as oportunidades funcionais das pessoas com deficiência crônica e condições incapacitantes²⁸. Computadores e também os telefones móveis aumentam a independência, a produtividade e a participação de pessoas com deficiência no ambiente acadêmico, no emprego, na recreação e em outras atividades¹⁵.

Considerando as dificuldades motoras em distrofia muscular, o conhecimento acerca das abordagens de

intervenção e a comprovação científica de sua influência sobre a aprendizagem motora é fundamental para a prática clínica e o surgimento de novas ideias de pesquisa. Neste trabalho, procurou-se investigar a melhora de desempenho em tarefa de celular por meio da ocorrência de aprendizagem motora em pessoas com DMD, e observou-se que a prática de tarefas motoras pode levar à melhora de desempenho, e novos instrumentos de avaliação e intervenção podem ser explorados em pesquisas utilizando os avanços tecnológicos e a tecnologia assistiva para propiciar melhora da funcionalidade.

Pode-se concluir que a prática do jogo de labirinto no celular promoveu melhora no desempenho durante a aquisição no grupo com DMD, que se manteve nas fases de retenção e de transferência, e que o grupo com DMD apresentou pior desempenho em todas as fases da tarefa quando comparado ao grupo com DT. O celular é um instrumento com potencial para promover aquisição de novas habilidades, e seu uso pode ser explorado vista sua facilidade de acesso, necessitando ser incluído em novas pesquisas para confirmar sua aplicabilidade.

Referências

- Kohler M, Clarenbach CF, Bahler C, Brack T, Russi EW, Bloch KE. Disability and survival in Duchenne muscular dystrophy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2009; 80:320-5.
- Foster H, Popplewell L, Dickson G. Genetic therapeutic approaches for Duchenne muscular dystrophy. *Hum Gene Ther*. 2012; 23(7):676-87.
- Flanigan KM. Duchenne and Becker Muscular Dystrophies. *Neurol Clin*. 2014; 32(3):671-88.
- Grange RW, Call JA. Recommendations to define exercise prescription for Duchenne muscular dystrophy. *Exerc Sport Sci Rev*. 2007; 35(1):12-7.
- Uchikawa K, Liu M, Hanayama K, Tsuji T, Fujiwara T, Chino N. Functional status and muscle strength in people with Duchenne muscular dystrophy living in the community. *J Rehabil Med*. 2004; 36(3):124-9.
- Jansen M, de Groot IJ, van Alfen N, Geurts A. Physical training in boys with Duchenne Muscular Dystrophy: the protocol of the No Use is Disuse study. *BMC Pediatr*. 2010; 10:55.
- Juretic N, Jorquera G, Caviedes P, Jaimovich E, Riveros N. Electrical stimulation induces calcium-dependent up-regulation of neuregulin-1beta in dystrophic skeletal muscle cell lines. *Cell Physiol Biochem*. 2012; 29:19-30.
- Malik V, Rodino-Klapac LR, Mendell JR. Emerging drugs for Duchenne muscular dystrophy. *Expert Opin Emerg Drugs*. 2012; 17(2):261-77.
- Raman V, Yacob D, Tobias JD. Dexmedetomidine-ketamine sedation during upper gastrointestinal endoscopy and biopsy in a patient with Duchenne muscular dystrophy and egg allergy. *Int J Crit Illn Inj Sci*. 2012; 2:40-3.
- Merlini L, Gennari M, Malaspina E, Cecconi I, Amaroli A, Gnudi S et al. Early corticosteroid treatment in 4 Duchenne muscular dystrophy patients: 14-year follow-up. *Muscle Nerve*. 2012; 45(6):796-802.
- Visser J. Developmental coordination disorder: a review of research on subtypes and comorbidities. *Hum Mov Sci*. 2003; 22:479-3.
- Vestergaard P, Glerup H, Steffensen BF, Rejnmark L, Rahbek J, Mosekilde L. Fracture risk in patients with muscular dystrophy and spinal muscular atrophy. *J Rehabil Med*. 2001; 33(4):150-5.
- Ron-Angevin R, Diaz-Estrella A. Brain-computer interface: changes in performance using virtual reality techniques. *Neurosci Lett*. 2009; 449(2):123-7.
- Bartels B, Pangalila RF, Bergen MP, Cobben NA, Stam HJ, Roebroek ME. Upper limb function in adults with Duchenne muscular dystrophy. *J Rehabil Med*. 2011; 43(9):770-5.
- Burgstahler S, Comden D, Lee SM, Arnold A, Brown K. Computer and cell phone access for individuals with mobility impairments: an overview and case studies. *NeuroRehabilitation*. 2011; 28:183-97.
- Joshi N, Lin M. The smartphone: how it is transforming medical education, patient care, and professional collaboration. *Afr J Emerg Med*. 2013; 3(4):152-4.
- Jones DJ, Anton M, Gonzalez M, Honeycutt A, Khavjou O, Forehand R et al. Incorporating Mobile Phone Technologies to Expand Evidence-Based Care. *Cogn Behav Pract*. 2015; 22(3):281-90.
- Kirwan M, Duncan M, Vandelandotte C. Smartphone apps for physical activity: a systematic review. *J Sci Med Sport*. 2013; 16:e47.
- Wackel P, Beerman L, West L, Arora G. Tachycardia detection using smartphone applications in pediatric patients. *J Pediatr*. 2014; 164(5):1133-5.
- Vignos PJJr, Spencer GEJr, Archibald KC. Management of progressive muscular dystrophy in childhood. *Jama*. 1963; 184:89-96.
- Martinez JAB, Brunherotti MA, Assis MR, Sobreira CFR. Validation of the EK functional motor scale in the Portuguese language. *Rev Assoc Med Bras*. 2006; 52(5):347-51.
- Berard C, Payan C, Hodgkinson I, Fermanian J. A motor function measure for neuromuscular diseases: construction and validation study. *Neuromuscul Disord*. 2005; 15(7):463-70.
- Souza D, França F, Campos T. Teste de labirinto: instrumento de análise na aquisição de uma habilidade motora. *Ver Bas Fisioter*. 2006;10(3):355-60.
- Kitago T, Krakauer JW. Motor learning principles for neurorehabilitation. *Handb Clin Neurol*. 2013; 110:93-103.
- Nakafuji A, Tsuji K. Learning and transfer in two perceptual-motor skills in Duchenne muscular dystrophy. *Percept Mot Skills*. 2001; 93(2):339-52.
- Schmidt RA, Bjork RA. New conceptualizations of practice: common principles in three paradigms suggest new concepts for training. *Psychol Sci*. 1992; 3(4):207-17.
- Heller KW, Mezei PJ, Avant MJT. Meeting the assistive technology needs of students with Duchenne Muscular Dystrophy. *J Spec Educ Technol*. 2009; 23(4):2008-9.
- Brodwin MG, Star T, Cardoso E. Computer assistive technology for people who have disabilities: computer adaptations and modifications. *J Rehabil*. 2004; 70(3):28.

Agradecemos à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro para a realização do trabalho.

7. REFERÊNCIAS

1. Hoffman EP, Brown RH, Jr., Kunkel LM. Dystrophin: the protein product of the Duchenne muscular dystrophy locus. *Cell*. 1987;51(6):919-28.
2. Mehler MF. Brain dystrophin, neurogenetics and mental retardation. *Brain Res Rev*. 2000;32:277-307.
3. Armand S, Mercier Ms, Watelain E, Patte K, Rivier F. A comparison of gait in spinal muscular atrophy, type II and Duchenne muscular dystrophy. *Gait & Posture*. 2005;21(4):369-78.
4. Jover M, Schmitz C, Bosdure E, Chabrol B, Assaiante C. Anticipatory postural adjustments in a bimanual load-lifting task in children with Duchenne muscular dystrophy. *Neurosci Lett*. 2006;403:271-5.
5. Kohler M, Clarenbach CF, Bahler C, Brack T, Russi EW, Bloch KE. Disability and survival in Duchenne muscular dystrophy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2009;80(3):320-5.
6. Flanigan KM. Duchenne and Becker Muscular Dystrophies. *Neurologic Clinics*. 2014;32(3):671–88.
7. McDonald CM, Abresch RT, Carter GT, Fowler WM, Jr., Johnson ER, Kilmer DD, et al. Profiles of neuromuscular diseases. Duchenne muscular dystrophy. *Am J Phys Med Rehabil*. 1995;74(5 Suppl):S70-92.

8. Nair KP, Vasanth A, Gourie-Devi M, Taly AB, Rao S, Gayathri N, et al. Disabilities in children with Duchenne muscular dystrophy: a profile. *J Rehabil Med*. 2001;33(4):147-9.
9. Flanigan KM. Duchenne and Becker Muscular Dystrophies. 2014;32(3):671–88.
10. Uchikawa K, Liu M, Hanayama K, Tsuji T, Fujiwara T, Chino N. Functional status and muscle strength in people with Duchenne muscular dystrophy living in the community. *J Rehabil Med*. 2004;36(3):124-9.
11. Perrin C, Unterborn JN, Ambrosio CD, Hill NS. Pulmonary complications of chronic neuromuscular diseases and their management. *Muscle Nerve*. 2004;29(1):5-27.
12. Boland BJ, Silbert PL, Groover RV, Wollan PC, Silverstein MD. Skeletal, cardiac, and smooth muscle failure in Duchenne muscular dystrophy. *Pediatr Neurol*. 1996;14(1):7-12.
13. Eagle M, Baudouin SV, Chandler C, Giddings DR, Bullock R, Bushby K. Survival in Duchenne muscular dystrophy: improvements in life expectancy since 1967 and the impact of home nocturnal ventilation. *Neuromuscul Disord*. 2002;12(10):926-9.
14. Kinali M, Arechavala-Gomez V, Feng L, Cirak S, Hunt D, Adkin C, 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*. 2009;8(10):918-28.

15. Bushby K, Finkel R, Birnkrant DJ, Case LE, Clemens PR, Cripe L, et al. Diagnosis and management of Duchenne muscular dystrophy, part 1: diagnosis, and pharmacological and psychosocial management. *Lancet Neurol.* 2010;9(1):77-93.
16. Bushby K, Finkel R, Birnkrant DJ, Case LE, Clemens PR, Cripe L, et al. Diagnosis and management of Duchenne muscular dystrophy, part 2: implementation of multidisciplinary care. *Lancet Neurol.* 2010;9(2):177-89.
17. Thomas SS, Buckon CE, Nicorici A, Bagley A, McDonald CM, Sussman MD. Classification of the Gait Patterns of Boys With Duchenne Muscular Dystrophy and Their Relationship to Function. *J Child Neurol.* 2010;25(9):1103-9.
18. Ganea R, Jeannet P-Y, Paraschiv-Ionescu A, Goemans NM, Piot C, Hauwe MVd, et al. Gait Assessment in Children With Duchenne Muscular Dystrophy During Long-Distance Walking. *J Child Neurol.* 2012;27(1):30-8.
19. Jansen M, van Alfen N, Geurts AC, de Groot IJ. Assisted bicycle training delays functional deterioration in boys with Duchenne muscular dystrophy: the randomized controlled trial "no use is disuse". *Neurorehabil Neural Repair.* 2013;27(9):816-27.
20. Jansen M, de Groot IJ, van Alfen N, Geurts A. Physical training in boys with Duchenne Muscular Dystrophy: the protocol of the No Use is Disuse study. *BMC Pediatr.* 2010;10:55.
21. Bendixen RM, Senesac C, Lott DJ, Vandenborne K. Participation and quality of life in children with Duchenne muscular dystrophy using the International Classification of Functioning, Disability, and Health. *Health Qual Life Outcomes.* 2012;10:43.

22. Bendixen RM, Lott DJ, Senesac C, Mathur S, Vandenborne K. Participation in daily life activities and its relationship to strength and functional measures in boys with Duchenne muscular dystrophy. *Disabil Rehabil.* 2014;36(22):1918-23.
23. Mayhew A, Mazzone ES, Eagle M, Duong T, Ash M, Decostre V, et al. Development of the Performance of the Upper Limb module for Duchenne muscular dystrophy. *Dev Med Child Neurol.* 2013;55(11):1038-45.
24. Vestergaard P, Glerup H, Steffensen BF, Rejnmark L, Rahbek J, Mosekilde L. Fracture risk in patients with muscular dystrophy and spinal muscular atrophy. *J Rehabil Med.* 2001;33(4):150-5.
25. Visser J. Developmental coordination disorder: a review of research on subtypes and comorbidities. *Hum Mov Sci.* 2003;22(4-5):479-93.
26. Wagner KR, Lechtzin N, Judge DP. Current treatment of adult Duchenne muscular dystrophy. *Biochim Biophys Acta.* 2007;1772(2):229-37.
27. Tori R, Kirner C, Siscouto R. Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação – SBC; 2006.
28. Salem Y, Gropack SJ, Coffin D, Godwin EM. Effectiveness of a low-cost virtual reality system for children with developmental delay: a preliminary randomised single-blind controlled trial. *Physiotherapy.* 2012;98(3):189-95.
29. Pompeu JE, Mendes FA, Silva KG, Lobo AM, Oliveira Tde P, Zomignani AP, et al. Effect of Nintendo Wii-based motor and cognitive training on activities of daily living in

patients with Parkinson's disease: a randomised clinical trial. *Physiotherapy*. 2012;98(3):196-204.

30. Gordon C, Roopchand-Martin S, Gregg A. Potential of the Nintendo Wii as a rehabilitation tool for children with cerebral palsy in a developing country: a pilot study. *Physiotherapy*. 2012;98(3):238-42.

31. Jelsma J, Pronk M, Ferguson G, Jelsma-Smit D. The effect of the Nintendo Wii Fit on balance control and gross motor function of children with spastic hemiplegic cerebral palsy. *Dev Neurorehabil*. 2013;16(1):27-37.

32. Ilg W, Schatton C, Schicks J, Giese MA, Schols L, Synofzik M. Video game-based coordinative training improves ataxia in children with degenerative ataxia. *Neurology*. 2012;79(20):2056-60.

33. Hashimoto Y, Ushiba J, Kimura A, Liu M, Tomita Y. Change in brain activity through virtual reality-based brain-machine communication in a chronic tetraplegic subject with muscular dystrophy. *BMC Neurosci*. 2010;11:117.

34. Burgstahler S, Comden D, Lee SM, Arnold A, Brown K. Computer and cell phone access for individuals with mobility impairments: an overview and case studies. *NeuroRehabilitation*. 2011;28(3):183-97.

35. Bartels B, Pangalila RF, Bergen MP, Cobben NA, Stam HJ, Roebroek ME. Upper limb function in adults with Duchenne muscular dystrophy. *J Rehabil Med*. 2011;43(9):770-5.

36. James WV, Orr JF. Upper limb weakness in children with Duchenne muscular dystrophy--a neglected problem. *Prosthet Orthot Int*. 1984;8(2):111-3.
37. Shih CH, Chang ML, Shih CT. A new limb movement detector enabling people with multiple disabilities to control environmental stimulation through limb swing with a gyration air mouse. *Res Dev Disabil*. 2010;31(4):875-80.
38. Souza D, França F, Campos T. Teste de labirinto: instrumento de análise na aquisição de uma habilidade motora. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2006;10:355-60.
39. Stoddard J, Vaid J. Asymmetries in intermanual transfer of maze learning in right- and left-handed adults. *Neuropsychologia*. 1996;34(6):605-8.
40. Pires NCM, Arantes EC, Silva WVd, Kato HT. Diferenças e semelhanças nos métodos de amostragem de pesquisas top of mind: um estudo comparativo. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*. 2006;8(22):37-45.
41. Vignos PJ, Jr., Archibald KC. Maintenance of ambulation in childhood muscular dystrophy. *J Chronic Dis*. 1960;12:273-90.
42. Martinez JAB, Brunherotti MA, Assis MRd, Sobreira CFdR. Validation of the EK functional motor scale in the Portuguese language. *Rev Assoc Med Bras*. 2006;52(5):347-51.
43. Berard C, Payan C, Hodgkinson I, Fermanian J. A motor function measure for neuromuscular diseases. Construction and validation study. *Neuromuscul Disord*. 2005;15(7):463-70.

44. Joshi N, Lin M. The smartphone: How it is transforming medical education, patient care, and professional collaboration. *African Journal of Emergency Medicine*. 2013;3(4):152-4.
45. Jones DJ, Anton M, Gonzalez M, Honeycutt A, Khavjou O, Forehand R, et al. Incorporating Mobile Phone Technologies to Expand Evidence-Based Care. *Cognitive and Behavioral Practice*. 2015;22(3):281-90.
46. Silva TD, Oliveira EPd, Balbino GC, Souza JMd, Capelini CM, Guarnieri R, et al. Pegboard task in Duchenne muscular dystrophy. *HealthMED*. 2015;9(9).
47. Malheiros SR, da Silva TD, Favero FM, de Abreu LC, Fregni F, Ribeiro DC, et al. Computer task performance by subjects with Duchenne muscular dystrophy. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2016;12:41-8.
48. Malheiros SRP, Ribeiro DC, Alvarez MPB, Freitas BLd, Capelini CM, Massetti T, et al. Motor Learning in Duchenne Muscular Dystrophy, a Literature Review. *International Archives of Medicine*. 2015;8(217):1-8.
49. Nakafuji A, Tsuji K. Learning and transfer in two perceptual-motor skills in Duchenne muscular dystrophy. *Percept Mot Skills*. 2001;93(2):339-52.
50. de Moura MC, Do Valle LE, Resende MB, Pinto KO. Visuospatial attention disturbance in Duchenne muscular dystrophy. *Dev Med Child Neurol*. 2010;52(2):e10-5.

51. Bezdicek O, Nikolai T, Hoskovcova M, Stochl J, Brozova H, Dusek P, et al. Grooved pegboard predicates more of cognitive than motor involvement in Parkinson's disease. *Assessment*. 2014;21(6):723-30.
52. Smith DL, Dainoff MJ, Smith JP. The effect of chiropractic adjustments on movement time: a pilot study using Fitts Law. *J Manipulative Physiol Ther*. 2006;29(4):257-66.
53. Scott OM, Hyde SA, Goddard C, Dubowitz V. Quantitation of muscle function in children: a prospective study in Duchenne muscular dystrophy. *Muscle Nerve*. 1982;5(4):291-301.
54. Cruz Martinez A, Lopez Terradas JM. Conduction velocity along muscle fibers in situ in Duchenne muscular dystrophy. *Arch Phys Med Rehabil*. 1990;71(8):558-61.
55. Al-Ani FS, Hamdan FB, Shaikhly KI. In situ measurements of muscle fiber conduction velocity in Duchenne muscular dystrophy. *Saudi Med J*. 2001;22(3):259-61.
56. Murakami K, Fujisawa H, Onobe J, Sato Y. Relationship between Muscle Fiber Conduction Velocity and the Force-time Curve during Muscle Twitches. *J Phys Ther Sci*. 2014;26(4):621-4.
57. Mento G, Tarantino V, Bisiacchi PS. The neuropsychological profile of infantile Duchenne muscular dystrophy. *Clin Neuropsychol*. 2011;25(8):1359-77.
58. Webster C, Silberstein L, Hays AP, Blau HM. Fast muscle fibers are preferentially affected in Duchenne muscular dystrophy. *Cell*. 1988;52(4):503-13.

59. Mattar FL, Sobreira C. Hand weakness in Duchenne muscular dystrophy and its relation to physical disability. *Neuromuscul Disord.* 2008;18(3):193-8.
60. Martini J, Hukuda ME, Caromano FA, Favero FM, Fu C, Voos MC. The clinical relevance of timed motor performance in children with Duchenne muscular dystrophy. *Physiother Theory Pract.* 2015;31(3):173-81.
61. Anderson JL, Head SI, Rae C, Morley JW. Brain function in Duchenne muscular dystrophy. *Brain.* 2002;125(Pt 1):4-13.
62. Cyrulnik SE, Fee RJ, Batchelder A, Kiefel J, Goldstein E, Hinton VJ. Cognitive and adaptive deficits in young children with Duchenne muscular dystrophy (DMD). *J Int Neuropsychol Soc.* 2008;14(5):853-61.
63. Gao JH, Parsons LM, Bower JM, Xiong J, Li J, Fox PT. Cerebellum implicated in sensory acquisition and discrimination rather than motor control. *Science.* 1996;272(5261):545-7.
64. Winstein CJ, Grafton ST, Pohl PS. Motor task difficulty and brain activity: investigation of goal-directed reciprocal aiming using positron emission tomography. *J Neurophysiol.* 1997;77(3):1581-94.
65. Witney AG, Wing A, Thonnard JL, Smith AM. The cutaneous contribution to adaptive precision grip. *Trends Neurosci.* 2004;27(10):637-43.

66. Lee JS, Pfund Z, Juhasz C, Behen ME, Muzik O, Chugani DC, et al. Altered regional brain glucose metabolism in Duchenne muscular dystrophy: a pet study. *Muscle Nerve*. 2002;26(4):506-12.
67. Skalsky AJ, McDonald CM. Prevention and management of limb contractures in neuromuscular diseases. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2012;23(3):675-87.
68. Servais L, Deconinck N, Moraux A, Benali M, Canal A, Van Parys F, et al. Innovative methods to assess upper limb strength and function in non-ambulant Duchenne patients. *Neuromuscul Disord*. 2013;23(2):139-48.
69. Noguchi T, Demura S, Nagasawa Y, Uchiyama M. Influence of measurement order by dominant and nondominant hands on performance of a pursuit-rotor task. *Percept Mot Skills*. 2009;108(3):905-14.
70. Byrd R, Gibson M, Gleason MH. Bilateral transfer across ages 7 to 17 years. *Percept Mot Skills*. 1986;62(1):87-90.