UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA ATIVIDADE FÍSICA

JULIANA NOBRE DE PAULA

Desempenho motor de indivíduos com Paralisia Cerebral em jogo virtual

São Paulo
2017

JULIANA NOBRE DE PAULA

Desempenho motor de indivíduos com Paralisia Cerebral em jogo virtual

Versão original

Dissertação apresentada à Escola de Artes,
Ciências e Humanidades da Universidade de
São Paulo para obtenção do título de Mestre
em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação
em Ciências da Atividade Física.

Área de Concentração:

Atividade Física, Saúde e Lazer.

Orientador:

Prof. Dr. Alessandro Hervaldo Nicolai Ré

São Paulo

2017

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada à fonte.

CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Universidade de São Paulo. Escola de Artes, Ciências e Humanidades. Biblioteca)

Paula, Juliana Nobre de
Desempenho motor de indivíduos com paralisia cerebral em jogo virtual /
Juliana Nobre de Paula ; orientador, Alessandro Hervaldo Nicolai Ré. – São Paulo,
2017

63 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em
Ciências da Atividade Física, Escola de Artes, Ciências e Humanidades,
Universidade de São Paulo, São Paulo
Versão original

1.Desempenho motor. 2. Realidade virtual. 3. Paralisia cerebral. 4. Habilidades
motoras. I. Ré, Alessandro Hervaldo Nicolai, orient. II. Título

CDD 22.ed. – 152.3

PAULA, Juliana Nobre de

Desempenho motor de indivíduos com Paralisia Cerebral em jogo virtual

Dissertação apresentada à Escola de Artes,
Ciências e Humanidades da Universidade de
São Paulo para obtenção do título de Mestre
em Ciências do Programa de Pós-Graduação
em Ciências da Atividade Física.

Área de Concentração:

Atividade Física, Saúde e Lazer.

Aprovado em: ____ / ____ / ____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Tudo aquilo que sou, ou pretendo ser, devo a um anjo: Meu Pedro, sempre serei por
você...

Agradecimentos

Meu eterno agradecimento a você, amada Avó Zilda (in memória), por me ensinar a ter fé e coragem pra sempre seguir em frente com um lindo sorriso no rosto e Deus no coração, saudades pra sempre.

Ao meu marido, filho, mãe, pai, irmã, familiares e amigos, além de todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho: Erasmo Ferreira e todo time de futebol de 7, Talita Dias, Carlos Monteiro, Thais Masseti, Camila Miliani, colegas de mestrado e ao meu orientador.

Muito obrigada de coração.

“Opte por aquilo que faz o seu coração vibrar... Apesar de todas as conseqüências.”
(Osho)

RESUMO

PAULA, Juliana Nobre. **Desempenho motor de indivíduos com Paralisia Cerebral em jogo virtual**. 2017. 47p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Atividade Física) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Versão original.

A paralisia cerebral (PC) é uma desordem permanente do movimento, tônus muscular ou postura causada por dano ao cérebro imaturo ou em desenvolvimento. A pesquisa demonstrou que a tecnologia Realidade Virtual (RV) pode ser usada em reabilitação para apoiar a aquisição de habilidades motoras e a realização de tarefas funcionais. O objetivo deste estudo foi explorar melhorias no desempenho de indivíduos com PC com prática no uso de um jogo virtual em um telefone celular e comparar seu desempenho com o grupo controle. Materiais e Métodos: Vinte e cinco indivíduos com PC foram pareados por idade e sexo com vinte e cinco indivíduos com desenvolvimento típico. Os participantes foram convidados a executar uma tarefa de labirinto virtual, o mais rápido possível, em um telefone celular. Todos os participantes realizaram 20 repetições na fase de aquisição com a mão dominante, após a fase de aquisição; houve 5 minutos de descanso, em que o indivíduo não teve contato com a tarefa. Então, os participantes foram convidados a realizar 5 repetições na fase de retenção de curto prazo, usando o mesmo labirinto de aquisição. Para a fase de transferência, houve 5 repetições, porém com um caminho do labirinto oposto à aquisição. Como resultado, o grupo PC melhorou seu desempenho na fase de aquisição, manteve o desempenho, que foi comprovada na fase de retenção; além disso, foram capazes de transferir o desempenho adquirido em um caminho de labirinto oposto. O grupo PC levou mais tempo para executar a tarefa de labirinto, comparado ao grupo controle em todas as fases do estudo. Conclusão: Indivíduos com Paralisia Cerebral realizaram um jogo de realidade virtual (tarefa de labirinto) utilizando um telefone celular e, apesar das diferenças do grupo de controle, esse tipo de dispositivo oferece novas possibilidades de uso em programas de reabilitação.

Palavras-chave: Controle Tecnológico de Ambientes. Atividade Motora. Paralisia Cerebral. Terapia de Exposição à Realidade Virtual. Habilidades Motoras.

ABSTRACT

PAULA, Juliana Nobre. **Motor performance of individuals with cerebral palsy in a virtual game**. 2017. 47p. Dissertation (Master of Science) – School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, São Paulo, 2017. Original version.

Cerebral palsy (CP) is a permanent disorder of movement, muscle tone or posture that is caused by damage to the immature and developing brain. Research has shown that Virtual Reality (VR) technology can be used in rehabilitation to support the acquisition of motor skills and the achievement of functional tasks. The aim of this study was to explore for improvements in the performance of individuals with CP with practice in the use of a virtual game on a mobile phone and to compare their performance with that of the control group. Materials and Methods: Twenty-five individuals with CP were matched for age and sex with twenty-five, typically developing individuals. Participants were asked to complete a VR maze task as fast as possible on a mobile phone. All participants performed 20 repetitions in the acquisition phase with the dominant hand, after the acquisition phase; there was 5 minutes rest, in which the individual had no contact with the task. Then, participants were asked to complete 5 trials in the short-term retention phase using the same maze of acquisition. For the transfer phase, there were 5 trials with a path of the labyrinth opposed to the acquisition. As a result the CP group improved their performance in the acquisition phase and maintained the performance, which was shown by the retention test; in addition, they were able to transfer the performance acquired in an opposite maze path. The CP group had longer task-execution compared to the control group for all phases of the study. Conclusion: Individuals with cerebral palsy were able to learn a virtual reality game (maze task) using a mobile phone, and despite their differences from the control group, this kind of device offers new possibilities for use in rehabilitation programs.

Keywords: Technological Control Environment. Motor Activity. Cerebral Palsy. Exposure Therapy to Virtual Reality. Motor Skills.

LISTA DE FIGURAS

Figura1 – Labirinto usado nas fases de aquisição e retenção	21
Figura 2 – Representação das tentativas do grupo de Paralisia Cerebral e grupo controle	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de desenho de estudo	22
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PC	Paralisia Cerebral
RV	Realidade Virtual
GC	Grupo controle
GE	Grupo experimental
MACS	Sistema de Classificação de Habilidade Manual
GMFCS	Sistema de Classificação da Função Motora Grossa
A	Aquisição
R	Retenção
T	Transferência

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	OBJETIVOS.....	18
3	MÉTODOS.....	19
3.1	PARTICIPANTES.....	19
3.2	INSTRUMENTOS.....	19
3.3	PROCEDIMENTOS.....	20
3.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	20
3.5	ASPECTOS ÉTICOS E LEGAIS DA PESQUISA.....	20
4	RESULTADOS.....	23
4.1	AQUISIÇÃO.....	23
4.2	RETENÇÃO.....	23
4.3	TRANSFERÊNCIA.....	24
5	DISCUSSÃO.....	25
6	CONCLUSÃO.....	30
	REFERÊNCIAS.....	31
	ANEXO A – COMITÊ DE ÉTICA.....	34
	ANEXO B – EMENDA DE ALTERAÇÃO DE TÍTULO DO PROJETO	37
	ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	38
	ANEXO D – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	44
	ANEXO E – SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DA HABILIDADE MANUAL.....	50
	ANEXO F – SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DA FUNÇÃO MOTORA GROSSA.....	52
	ANEXO G – PUBLICAÇÃO ARTIGO DO ESTUDO PILOTO.....	58

1 INTRODUÇÃO

A paralisia cerebral (PC) é definida como um grupo de distúrbios não progressivos que ocorrem no desenvolvimento encefálico fetal ou na infância, e são caracterizados pela alteração do movimento, do tônus e da postura, ocasionando limitações no desenvolvimento (Bax et al.,2005). Além das desordens motoras, frequentemente estão associados distúrbios de sensação, cognição, comunicação, percepção, comportamento e presença de convulsões (Rosembaum et al., 2005). Tais alterações podem limitar o desempenho em atividades funcionais e ocasionar prejuízos na realização das atividades de vida diária (Charles,2006).

Levando-se em consideração as alterações apresentadas e a dificuldade em realizar alinhamento e retificação de posturas, que possibilitam realizar várias atividades do dia-a-dia, é fundamental para a pessoa com PC a inclusão em programas de habilitação e reabilitação contínuos, os quais interferem significativamente na interação em diferentes contextos. Desta maneira, profissionais da saúde que trabalham com PC podem aplicar os conhecimentos advindos da aprendizagem motora para organizar um programa de tratamento eficiente (Monteiro et al.,2010).

A aprendizagem motora é um fenômeno que se refere às mudanças que levam à capacidade de realizar habilidades motoras, de modo a garantir o alcance da meta e são frutos da experiência e da prática (Magill, 2000).

Hoje há um crescente interesse sobre as formas de intervenção em PC apoiados por tecnologias modernas, assim nos programas de reabilitação têm sido utilizados os recursos da realidade virtual para possibilitar a realização de tarefas funcionais e aquisição de habilidades motoras (Barton et al.,2013; Burdea et al.,2013; Mitchell et al., 2012; Riener et al.,2013). Este novo paradigma de intervenção pode ser utilizado como uma forma de intervenção física, cognitiva ou psicológica que se baseiam no uso de jogos e ambientes virtuais para viabilizar função a diferentes deficiências (Monteiro,2011).

Atualmente, verifica-se a existência de várias pesquisas sobre PC considerando-se as funções motoras grossas e as incapacidades funcionais na mobilidade, autocuidado e função social (Domellof et al.,2009). No entanto verificam-se poucas propostas (Monteiro et

al.,2010; Monteiro, 2011) que possibilitem uma maior funcionalidade por meio do conhecimento advindo da realidade virtual.

Recentemente, com a crescente acessibilidade da tecnologia assistida por computador, os programas de reabilitação utilizam cada vez mais ambientes de realidade virtual para possibilitar a realização de tarefas funcionais (Barton et al.,2013; Riener et al.,2013). As vantagens da realidade virtual incluem a prática domiciliar, on-line e a interação com outras pessoas, assim como existe a possibilidade de realizar tarefas virtuais sob a supervisão de um profissional (Hurkmans et al., 2013; Huber et al., 2010). Shih et al., (2010), argumentam que os ambientes virtuais podem permitir que as pessoas com deficiência, quando imersos neste ambiente, podem melhorar significativamente o seu nível de interação. No entanto, a utilização de tarefas em ambiente de realidade virtual como um programa de intervenção para pessoas com PC é relativamente nova, e embora exista a evolução rápida de pesquisas na área, os seus benefícios e limitações não foram comprovados (Mitchell et al.,2012).

Em ambientes de RV os canais multissensoriais (visão, audição, tato etc.) podem ser ampliados em intensidade, tempo e espaço (Tori et al., 2006) possibilitando diferentes formas de intervenção no programa de habilitação. A RV tem a possibilidade de oferecer oportunidades à pessoa com deficiência, de vivenciar diversas situações de maneira individualizada (Hurkmans et al., 2010; Huber et al. 2010; Ron-Angevin e Diaz-Estrella, 2009).

Em um estudo que combinou o uso da tecnologia assistiva à aprendizagem motora (Marchal-Crespo, et al.,2010), os autores investigaram a possibilidade de propiciar treinamento de controle da cadeira de rodas por meio de Joystick. Verificou-se que a pessoa com PC conseguiu aprender os movimentos de forma funcional, inclusive se aproximando dos valores do grupo controle. Outros trabalhos, como o de Reid (2002) e Chen et al. (2007), também verificaram que pessoas com PC aprenderam tarefas de realidade virtual, com melhora da qualidade de movimento.

Chen et al. (2007) analisou quatro crianças com PC em um programa de realidade virtual individualizada, duas horas por semana, durante um período de quatro semanas. Durante a intervenção, as crianças usavam uma luva com sensores para criar movimentos em um ambiente virtual tridimensional - 3D. Após a intervenção, três crianças apresentaram

mudanças pequenas, mas significativas no alcance cinemático, que se mantiveram (parcialmente) por quatro semanas após a intervenção.

Reid (2002), realizou um estudo piloto com 4 crianças com PC, submetidas a intervenção com RV, e avaliou os resultados da intervenção com testes de função de membros superiores e acurácia nos jogos. Duas das quatro crianças avaliadas apresentaram bons resultados nos quesitos avaliados, e comentários positivos foram registrados pelos participantes, que revelaram altos índices de motivação, interesse, prazer e a oportunidade de ingressarem em atividades nunca praticadas antes. Este estudo mostrou a viabilidade do uso da intervenção baseada em RV no processo de reabilitação em crianças com PC.

Neste contexto, instrumentos que permitem a conexão entre a RV e os ambientes de reabilitação ganham maior importância. Burgstahler et al. (2011) relatou que 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.

Uma vantagem prática da utilização de celulares é que as pessoas com deficiência física podem praticar o jogo em qualquer local, sozinha ou interagindo com outros jogadores. Jogando-se em casa, eliminam-se os desafios do transporte e da falta de acessibilidade das lojas e edifícios, que são barreiras importantes para dificultar a participação de deficientes em tarefas sociais (Hurkmans et al.,2010; Vissers et al.,2008).

2 OBJETIVOS

Verificar a ocorrência de aprendizagem motora de indivíduos com Paralisia Cerebral em um jogo virtual de labirinto em *smartphone*.

3 MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal, para verificar a ocorrência de aprendizagem motora de indivíduos com Paralisia Cerebral em um jogo virtual de labirinto em *smartphone*, e comparar com o desempenho dos indivíduos do GE

3.1 PARTICIPANTES

No total 50 indivíduos participaram do estudo, todos do sexo masculino, com idades entre 13 e 46 anos, com mesma mão dominante. Destes, 25 indivíduos com PC constituíram o grupo experimental (GE) e 25 indivíduos com desenvolvimento típico, compuseram o grupo de controle (CG).

Os participantes do GE são membros da equipe de "Futebol 7" da cidade de Itaquaquecetuba em São Paulo, modalidade paralímpica exclusivamente masculina, praticada por atletas com PC.

O grupo CP compreendeu 12 indivíduos com hemiparesia unilateral espástica (4 direita e 8 esquerda) e 13 com hemiparesia bilateral espástica. Todos os participantes foram classificados de acordo com o Sistema de Classificação de Habilidade Manual (MACS) (anexo), como nível I, ou seja, conseguiam lidar com objetos de forma fácil e exitosa. Além de deficiência física de nível I de acordo com o Sistema de Classificação de Função Motora Grossa (GMFCS) (anexo), que significa que todos deambulam sem limitação.

Os critérios de inclusão foram, diagnóstico médico de PC, nível I de acordo com o GMFCS e nível I de acordo com o MACS.

Os critérios de exclusão foram presença de deformidades osteo-articulares estruturadas, cirurgia ou bloqueio neuromuscular químico nos membros superiores nos seis meses anteriores à participação no estudo.

3.2 INSTRUMENTOS

Para a tarefa do labirinto, o game Marble Maze Classic® (disponível gratuitamente) foi instalado em um smartphone Nokia®brand (modelo Nokia 500), com as seguintes dimensões: altura 111,3 mm, largura 53,8 mm, espessura 14,1 mm, peso 94g e tela com 3,2". O jogo consistia em conduzir uma bola virtual por um percurso pré determinado de labirinto, no menor tempo possível (Figura 1).

Foram customizados 02 labirintos diferentes, o labirinto A para as fases de aquisição e retenção e o labirinto B para a fase de transferência, o trajeto era único, ou seja, só existia uma possibilidade de percurso, ao final o tempo de percurso era fornecido pelo próprio jogo.

3.3 PROCEDIMENTOS

Para o protocolo de aprendizagem, os indivíduos foram posicionados confortavelmente em uma cadeira, com as adaptações necessárias para cada caso, de forma a viabilizar a execução da tarefa.

Os participantes receberam instrução verbal e o jogo foi demonstrado, foi enfatizado sobre a necessidade de concluir o trajeto virtual, através de movimentos pra cima, baixo, lados, em menor tempo possível.

Para a efetivação do protocolo os participantes executaram 20 tentativas da tarefa com a mão dominante, fase de aquisição (A) (figura 1 labirinto A). Após a fase de aquisição, houve um descanso de 5 minutos, no qual os indivíduos não tiveram contato com a tarefa. Então, os participantes foram convidados a completar 5 tentativas na fase de retenção (R) de curto prazo, utilizando o mesmo labirinto de aquisição. Para a fase de transferência (T) (figura 1 labirinto B), houve 5 tentativas com um caminho do labirinto oposto à aquisição (ver tabela 1).

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O tempo ao final da tarefa do labirinto foi medido em segundos, calculados blocos de médias de tempos a cada 5 tentativas (aquisição - 4 blocos, retenção - 1 bloco e transferência - 1 bloco). A ANOVA foi realizada com as variáveis dependentes submetidas a 2 fatores (grupos: GE e GC) por 2 (blocos: primeiro - A1 com últimos - blocos A4 da fase de aquisição, A4 com retenção - R e A4 com transferência - T), com medidas repetidas para o último fator.

Para identificar as diferenças e o controle para comparações múltiplas, foi utilizado o teste post-hoc de LSD Tukey ($p < 0,05$).

3.5 ASPECTOS ÉTICOS E LEGAIS DA PESQUISA

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade de São Paulo.

Figure 1. Labirintos usados nas fases de aquisição, retenção (labirinto A) e transferência (labirinto B).

Tabela 1 – Tabela do desenho experimental.

4 RESULTADOS

4.1 AQUISIÇÃO

Houve um efeito principal significativo para os blocos ($F [1, 40] = 22,1$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,36$) e os grupos ($F [1, 40] = 46,9$, $p < 0,001$, $\eta^2 = .54$). Estes resultados indicam que houve uma diminuição no tempo de movimento do primeiro (A1) ($m = 6,4s$) para o último bloco (A4) ($m = 5,8s$), com melhor desempenho no GC ($m = 5,1s$) comparado Para o GE ($m = 5,8s$). Foi encontrado um efeito de interação entre os blocos e os grupos ($F [1, 40] = 10,7$, $p = 0,002$, $\eta^2 = 0,21$). As análises post hoc indicaram que houve melhoria de desempenho de A1 ($m = 7,6s$) para A4 ($m = 6,5s$) apenas para GE, enquanto que para o GC, essa diferença não foi observada ($m = 5,2s$ a $5,0s$, respectivamente) (Figura 2).

Figura 2. Representação de tentativas do grupo de Paralisia Cerebral (GE) e grupo típico de desenvolvimento ou controle (GC) em todas as fases do estudo. A1, A2, A3 e A4 = processo de aquisição de blocos; R = bloqueio do estágio de retenção; T = bloco de fase de transferência.

4.2 RETENÇÃO

Não houve efeitos ou interações para os blocos ou os grupos na fase de retenção, indicando que o desempenho alcançado na fase de aquisição foi mantido por algum tempo sem contato com a tarefa. Foi encontrado um efeito significativo para os grupos ($F [1, 44] = 33,1$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,43$), embora o melhor desempenho tenha sido observado no GC ($m = 4,9s$) em relação ao GE ($m = 6.8s$) (Figura 2).

4.3 TRANSFERÊNCIA

Na fase de transferência, não houve efeitos significativos ou interações para os blocos, mas o efeito principal para os grupos foi observado ($F [1, 44] = 45,2$, $p < 0,001$ $\eta^2 = 0,51$). O GC mostrou um tempo menor ($m = 5.0s$) em relação ao GE ($m = 7.2s$) (Figura 2).

5 DISCUSSÃO

O objetivo deste trabalho foi verificar a ocorrência de aprendizagem motora de indivíduos com Paralisia Cerebral em um jogo virtual de labirinto em *smartphone*, e comparar com o desempenho dos indivíduos do GE.

O fenômeno de aprendizagem motora, embora não observável diretamente, nos permite identificar mudanças na interação com objetos e com outros seres humanos (Magill, 2000). Essas mudanças ocorrem no sentido de garantir o alcance da meta e são frutos da experiência e da prática, resultando na aquisição, retenção e transferência de habilidades motoras (Schmidt e Lee, 1999; Schmidt e Wrisberg, 2001).

Neste estudo, observamos na fase de aquisição que houve melhora significativa no tempo de movimento entre o primeiro bloco de tentativa (A1) em relação ao último (A4) no GE. Isto significa que após as 20 repetições da tarefa na fase de aquisição, houve melhora no desempenho, pois houve uma diminuição do tempo de movimento do A1 para o A4.

A aprendizagem motora pode ser inferida por meio do desempenho, enquanto sua melhora pode ser observada pelo aumento da consistência, fluência no movimento, diminuição do erro de execução e redução no tempo total de movimento para a realização da tarefa (Magill, 2000).

É notável que o GE parece não ter sofrido influência negativa sobre o desempenho, fato interessante, tanto sob o ponto de vista de caracterização dos sujeitos, quanto sob o ponto de vista da intervenção com esta população. A dificuldade para as pessoas GC não foi confirmada, talvez porque na fase de aquisição, a motivação e perseverança dos aprendizes tenham sido maiores quando comparada ao GC.

Durante a prática de aquisição da habilidade, a pessoa necessita executar tentativas para alcançar um desempenho, critério ou estabilizar um comportamento (Manoel, 1999). Ao longo desse processo, ocorre seleção entre os sistemas de memória que permite a aquisição de alguns aspectos mais relevantes para a cognição, emoção e atenção (Lent, 2011), aquisição de estruturas cognitivas, tais como programas ou planos de ação (Tani, 2005), esquemas (Schmidt e Wrisberg, 2001) ou traços (Adams, 1971), ou a formação de sinergias

neuromusculares complexas (Teixeira, 2004)), dependendo de qual arcabouço teórico dá suporte aos conhecimentos relativos à aprendizagem.

Neste estudo, esta melhora do desempenho entre o início e o final da fase de aquisição foi mais evidente no GE, enquanto que no GC esta diferença não foi significativa. Além disto, o GE apresentou tempo de movimento maior do que o GC. Isto pode indicar uma maior dificuldade em executar novas tarefas motoras em pessoas do GE, o que pode ser justificado por toda a alteração sensório-motora presente na pessoa com PC (Rosembaum et al., 2007). O desempenho do GC pode ser devido ao fato de que, mesmo num contato inicial, a tarefa não apresentou grande dificuldade para o GC; e a manutenção de seu desempenho pode ter ocorrido em decorrência da estabilização do desempenho, não houve melhora na resposta motora, apesar da pequena dificuldade da tarefa para este grupo.

Mutsaerts et al. (2006) avaliaram pessoas com PC e verificaram déficit no planejamento antecipatório dos participantes da pesquisa, quando comparado com o grupo sem alterações, e sugerem que este déficit seja devido à dificuldade de identificação de imagens motoras; quando modificaram a tarefa, verificaram que as pessoas com PC predominantemente são influenciados por informações diretamente disponíveis no contexto das tarefas. Retenção e transferência são outros dois conceitos cruciais no processo de aprendizagem motora (Ron-Angevin e Diaz-Estrella, 2009) porque medem o grau de permanência do que foi adquirido após um período sem prática (retenção) e a capacidade de adequação de um comportamento motor praticado em um contexto diferente, mediante alteração na tarefa motora (transferência). Assim, 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 transferência (Ron-Angevin e Diaz-Estrella, 2009).

Em nosso estudo, para analisar o desempenho na fase de retenção, foi feita a comparação entre o bloco final da aquisição (A4) e o da retenção (R). Não houve nenhum efeito ou interação para Blocos, indicando que a aprendizagem no GE foi consolidada. Entretanto, o efeito significativo para Grupos se manteve presente, indicando que o tempo de movimento do GE foi maior do que o do GC, ou seja, assim como na fase de aquisição, o GC apresentou um melhor desempenho quando comparado ao GE.

Já a fase de transferência, que compreende uma prática diferente à em que ocorreu o treino (aquisição), caracterizada neste estudo por um labirinto com trajeto oposto ao da aquisição, mostrou que ambos os grupos apresentaram maior tempo de movimento quando comparados à retenção. O efeito para Grupos manteve-se presente, no qual o GE continuou apresentando tempo de movimento maior do que o GC. Tal resultado pode ser atribuído ao fato da falta de motivação dos participantes em relação a tarefa, além do pouco período de treino e da dificuldade de realização da tarefa invertida.

A tarefa do labirinto, de acordo com Souza et al (2006), pode ser aplicada na avaliação diagnóstica de pessoas com alterações no controle e na aprendizagem motora, a fim de identificar os aspectos comprometidos enquanto a tarefa motora é executada, como: processamento da informação e planejamento estratégico (número de erros), função executiva (tempo de execução da tarefa), aprendizagem (estabilização do desempenho) e memória espacial (manutenção do desempenho após distração e intervalo de retenção). Outra vantagem é a praticidade e facilidade de adaptação frente ao público estudado.

Uma vantagem prática da utilização de celulares é que as pessoas com deficiência física podem praticar o jogo em qualquer local, sozinha ou interagindo com outros jogadores. Jogando-se em casa eliminam-se os desafios do transporte e da falta de acessibilidade das lojas e edifícios, que são barreiras importantes para dificultar a participação de deficientes em tarefas sociais (Hurkmans et al., 2013).

Outra característica interessante é a motivação oferecida por jogos eletrônicos, o que os torna uma atividade recreativa, assim como os detalhes de desempenho imediatos oferecidos por meio de áudio e vídeo fornecem informações precisas do progresso do indivíduo (Hurkmans et al., 2013).

O uso de RV como estratégia de intervenção em PC também tem mostrado resultados interessantes em outros estudos usando-se diferentes equipamentos e protocolos de intervenção. Considerando o uso da RV em pessoas com PC, foram examinados os efeitos de um programa de treinamento de realidade virtual intensivo no equilíbrio funcional e mobilidade em quatro adolescentes com PC. Durante a intervenção, os participantes interagiram 90 minutos durante 5 dias consecutivos com diferentes tarefas virtuais que foram ajustadas para cada pessoa considerando-se a complexidade. No equilíbrio dinâmico, por exemplo, os participantes foram desafiados com transferências de peso em pé, obrigando-os a

executar diferentes tarefas com mudanças de distância de objetos (perto e distante) ou mudanças de posição (agachar ou pular). Verificou-se que, entre os participantes, a prática em ambiente virtual melhorou o equilíbrio funcional, com melhoras que permaneceram consistentes até um mês pós-treinamento (Shih et al., 2010).

Podemos acrescentar que os testes de labirinto possibilitam avaliar diversos aspectos neuropsicológicos, tais como, função executiva, aprendizagem espacial e memória implícita. Depois de identificar o problema, é preciso formular um plano de ação, gerando assim uma hipótese para a solução, prevendo e antecipando a ação. O passo seguinte consiste na colocação em prática do plano de ação estabelecido, transformando uma imagem mental em movimentos reais e efetivos. Nessa fase, é necessário coordenar um complexo sistema muscular, a fim de que vários músculos sejam ativados de forma organizada. Como dificilmente a transformação de planos de ação em movimento é perfeita nas tentativas iniciais, a pessoa precisa analisar os erros cometidos e tentar corrigi-los na sequência. Quando este ciclo ocorre de maneira efetiva ocorre à transição de ações descoordenadas de grande demanda cognitiva para movimentos altamente precisos, onde sinergias neuromusculares complexas são ativadas com mínimo envolvimento da atenção. Este processo denomina-se aprendizagem (Souza et. al.,2006).

Rieckmann e Bäckman (2009) e Orban et al.(2010) optaram em investigar a aprendizagem em pessoas com PC por meio de mudanças em estruturas neuronais (via exames de neuroimagem) e verificaram a ocorrência da aprendizagem sob o ponto de vista neural, detectando ativação em áreas corticais e correlações entre a performance na execução de tarefas motoras e a atividade cerebral em diferentes áreas encefálicas.

Monteiro et al.(2010) analisaram o processo de aprendizagem motora em crianças com PC por meio de uma tarefa (ou paradigma) de labirinto, utilizada pela sua facilidade e adaptabilidade; as pessoas tinham como objetivo cumprir uma tarefa de labirinto o mais rápido possível além de utilizarem as fases de aquisição, retenção e transferência. Os autores verificaram diminuição significativa do tempo de execução da tarefa entre o primeiro e o último bloco da aquisição e manutenção desses valores na transferência. Provavelmente em indivíduos com PC, como em outras deficiências, com a prática, ocorrem menos movimentos desnecessários e, conseqüente, otimização de energia e tempo de realização da tarefa, fazendo com que a sequência de movimentos ganhe progressivamente fluência e harmonia (Monteiro et al.,2010).

Hemayattalab e Rostami (2010) investigaram o efeito da frequência do conhecimento dos resultados sobre a aprendizagem do lançamento de dardos em pessoas com PC. Participaram do estudo crianças com idades entre 5 e 17 anos. De acordo com os resultados deste estudo, pessoas com PC têm a capacidade de aquisição e manutenção de uma nova habilidade motora sob a condição de fornecimento de *feedback*. Curiosamente, verificou-se que muito *feedback* interfere com aprendizagem de tarefas em pessoas com PC, como ocorre com a média da população. Esta constatação mostra que regras sobre *feedback* também se aplicam a pessoas com PC.

Os dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*, são boas plataformas portáteis para Realidade Virtual e facilitam a comunicação via rede sem fio. Assim como usuários de *smartphones* crescem, as aplicações de RV estão em constante crescimento. Dentre as vantagens da mobilidade, encontram-se o acesso à informação de forma rápida, flexível, em tempo real e de qualquer lugar (Fernandes et al., 2014).

Muitos trabalhos têm sido realizados a fim de promover melhora nas capacidades motoras e possibilitar maior independência e interação social em pessoas com limitações físicas. Neste contexto, novas tecnologias que ofereçam estas oportunidades e sejam acessíveis e de relativo baixo custo, como por exemplo, os celulares, constituem um importante facilitador que devem ser mais explorados em pesquisas de forma a contribuir de maneira positiva com a população e com os profissionais envolvidos na reabilitação.

A terapia de realidade virtual pode ser utilizada na reabilitação de pessoas com paralisia cerebral, trazendo efeitos positivos. Todavia, estudos devem ser realizados a fim de explorar todas as potencialidades desta estratégia de intervenção, assim como permitir a criação de protocolos de tratamento com jogos e instrumentos eletrônicos.

O estudo tem como limitações: a diferente faixa etária entre os participantes e a não utilização de teste cognitivo, vale ressaltar que os participantes do GE não tiveram contato prévio com a tarefa e mesmo assim não encontraram dificuldades ao realizá-la.

6 CONCLUSÃO

Os indivíduos com Paralisia Cerebral conseguiram realizar tarefa do jogo de virtual (tarefa de labirinto) utilizando um *smartphone*. Apesar das diferenças sutis entre o grupo de controle e os participantes com PC reportados, todas as fases do protocolo foram cumpridas, esse tipo de jogo pode oferecer novas possibilidades para uso em programas de reabilitação.

REFERÊNCIAS

- ADAMS J. A. A closed-loop theory of motor learning. *J Mot Behav.* 1971;3(2):111-49.
- BARTON G. J., HAWKEN M. B., FOSTER R.J., HOLMES G., BUTLER P.B. The effects of virtual reality game training on trunk to pelvis coupling in a child with cerebral palsy. *J Neuroeng Rehabil.* 2013;10:15.
- BAX M, GOLDSTEIN M, ROSENBAUM P, LEVITON A, PANETH N, DAN B, et al. Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Dev Med Child Neurol.* 2005;47(8):571-6.
- BURDEA G. C., CIOI D., KALE A., JANES W. E., ROSS S. A., ENGSBERG JR. Robotics and gaming to improve ankle strength, motor control, and function in children with cerebral palsy--a case study series. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng.* 2013;21(2):165-73.
- BURGSTAHLER S., COMDEN D., LEE S. M., 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.
- CHARLES J., GORDON A. M. Development of hand-arm bimanual intensive training (HABIT) for improving bimanual coordination in children with hemiplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2006;48(11):931-6.
- CHEN Y. P., KANG L. J., CHUANG T.Y., DOONG J.L., LEE S. J., TSAI M. W., et al. Use of virtual reality to improve upper-extremity control in children with cerebral palsy: a single-subject design. *Phys Ther.* 2007;87(11):1441-57.
- DOMELLOF E., ROSBLAD B., RONNQVIST L. Impairment severity selectively affects the control of proximal and distal components of reaching movements in children with hemiplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2009;51(10):807-16.
- FERNANDES G. F., SANTOS C. S., OLIVEIRA C. L., RODRIGUES L. M., VITA VALE B. S. S. Realidade Virtual e Aumentada Aplicada em Reabilitação Fisioterapêutica utilizando o sensor kinect e dispositivos móveis. 2014.
- HEMAYATTALAB R., ROSTAMI L. R. Effects of frequency of feedback on the learning of motor skill in individuals with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities.* 2010; 31: 212-217.
- HURKMANS H. L, VAN DEN BERG-EMONS R. J., STAM H. J. Energy expenditure in adults with cerebral palsy playing Wii Sports. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91(10):1577-81.
- HUBER M., RABIN B., DOCAN C., BURDEA G. C., ABDELBAKY M., GOLOMB M. R. Feasibility of modified remotely monitored in-home gaming technology for improving hand

function in adolescents with cerebral palsy. *IEEE Trans Inf Technol Biomed.* 2010;14(2):526-34.

LENT R. Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência. São Paulo: Atheneu; 2001.

MAGILL R. Aprendizagem motora: conceitos e aplicações. 5º ed. São Paulo 2000.

MANOEL E. A dinâmica do estudo do comportamento motor. *Revista Paulista de Educação Física*; 1999. p. 52-61.

MARCHAL-CRESPO L., FURUMASU J., REINKENSMEYER D. J. A robotic wheelchair trainer: design overview and a feasibility study. *J Neuroeng Rehabil.* 2010;7:40.

MITCHELL L., ZIVIANI J., OFTEDAL S., BOYD R. The effect of virtual reality interventions on physical activity in children and adolescents with early brain injuries including cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2012;54(7):667-71.

MONTEIRO C. B. d. M., JAKABI C. M., PALMA G. C. d. S., TORRIANI-PASIN C., PAULO U. d. S., MEIRA J. C. d. M. Aprendizagem motora em crianças com paralisia cerebral. *Rev bras crescimento desenvolv hum.* 2010;20(2):250-62.

MONTEIRO C. B. d. M. Realidade Virtual na Paralisia Cerebral. São Paulo: Ed. Plêiade; 2011.

MUTSAARTS M., STEENBERGEN B., BEKKERING H. Anticipatory planning deficits and task context effects in hemiparetic cerebral palsy. *Exp Brain Res.* 2006;172(2):151-62.

ORBAN P., PEIGNEUX P., LUNGU O., ALBOUY G., BRETON E., LABERENNE F., et al. The multifaceted nature of the relationship between performance and brain activity in motor sequence learning. *NeuroImage.* 2010; 49: 694-702.

REID D. T. The use of virtual reality to improve upper-extremity efficiency skills in children with cerebral palsy: A pilot study - *Technology and Disability - Volume 14, Number 2/2002 - IOS Press. Technology and Disability. Volume 14, Number 2/2002 ed: IOS Press; 2002.*

RIECKMANN A., BÄCKMAN L. Implicit Learning in Aging: Extant Patterns and New Directions. *Neuropsychol Rev.* 2009;19:490-503.

RIENER R., DISLAKI E., KELLER U., KOENIG A., VAN HEDEL H., NAGLE A. Virtual reality aided training of combined arm and leg movements of children with CP. *Stud Health Technol Inform.* 2013;184:349-55.

RON-ANGEVIN R., DIAZ-ESTRELLA A. Brain-computer interface: changes in performance using virtual reality techniques. *Neurosci Lett.* 2009;449(2):123-7.

ROSENBAUM P., PANETH N., LEVITON A., GOLDSTEIN M., BAX M., DAMIANO D., et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl.* 2007;109:8-14.

SCHMIDT R., LEE T. Motor control and learning: a behavioral emphasis. Champaign, IL: Human Kinetics; 1999.

SCHMIDT R., WRISBERG C. Aprendizagem e performance motora: uma abordagem da aprendizagem baseada no problema. 3ªed. Porto Alegre, 2001.

SHIH C. H., CHANG M.L., SHIH C.T. 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.

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.

TANI G. Comportamento motor: aprendizagem e desenvolvimento. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2005.

TEIXEIRA L. A. Aprendizagem de habilidades motoras na ginástica artística. In: M N, VL N-P, editors. *Compreendendo a ginástica artística.* São Paulo: Phorte; 2004.

TORI R., KIRNER C., SISCOUTO R. Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada. Porto Alegre 2006.

VISSERS M., VAN DEN BERG-EMONS R., SLUIS T., BERGEN M., STAM H., BUSSMANN H. Barriers to and facilitators of everyday physical activity in persons with a spinal cord injury after discharge from the rehabilitation centre. *J Rehabil Med.* 2008;40(6):461-7.

ANEXO A – COMITÊ DE ÉTICA

FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - FMUSP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Desempenho motor de adolescentes com Paralisia Cerebral em jogo virtual

Pesquisador: Juliana Nobre de Paula

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 55762216.8.0000.0065

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.540.344

Apresentação do Projeto:

Adequada

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Verificar o desempenho motor em pessoas com PC, através de um jogo virtual.

Objetivo Secundário:

- Verificar a eficácia do uso de jogos eletrônicos em telefone celular como instrumento que propicie funcionalidade para indivíduos com PC.

Comparar a aprendizagem motora de indivíduos com PC com indivíduos sem alterações de movimento ao realizar uma tarefa em telefone celular.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

favoráveis

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto devidamente estruturado para sua realização

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Embora seja prática frequente do termo REPRESENTANTE LEGAL de forma equivocada, importante

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36

Bairro: PACAEMBU

CEP: 01.246-903

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3893-4401

E-mail: cep.fm@usp.br

**FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - FMUSP**

Continuação do Parecer: 1.540.344

que as pessoas, especialmente os pesquisadores passem a cuidar para o devido uso. Nestes termos, REPRESENTANTE LEGAL de menores, são: pai, mãe, ou tutor. Qualquer outra pessoa que não esteja nesta condição, poderá ser um representante, mas não legal na aceitação do termo.

Recomendações:

Verificar na página 4 do projeto, sobre faixa de adulto jovem. Não creio que ela chega aos 59 ("...parâmetro etário da Organização Mundial de Saúde (OMS) que considera "adolescentes" como pessoas de 10 a 19 anos de idade, e adultos jovens, pessoas de 20 a 59 anos...)

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências, porém com as recomendações acima.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_697954.pdf	27/04/2016 15:37:48		Aceito
Outros	protocolopesquisa.pdf	27/04/2016 15:34:08	Juliana Nobre de Paula	Aceito
Outros	anexo1.pdf	27/04/2016 15:23:12	Juliana Nobre de Paula	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	27/04/2016 15:15:45	Juliana Nobre de Paula	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.pdf	27/04/2016 15:15:32	Juliana Nobre de Paula	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	27/04/2016 15:15:18	Juliana Nobre de Paula	Aceito
Folha de Rosto	FR.pdf	27/04/2016 15:06:01	Juliana Nobre de Paula	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita apreciação da CONEP:

Não

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36

Bairro: PACAEMBU

CEP: 01.246-903

UF: SP

Município: SÃO PAULO

Telefone: (11)3893-4401

E-mail: cep.fm@usp.br

FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - FMUSP

Continuação do Parecer: 1.540.344

SAO PAULO, 11 de Maio de 2016

Assinado por:

Maria Aparecida Azevedo Koike Folgueira
(Coordenador)

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36

Bairro: PACAEMBU

CEP: 01.246-903

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3893-4401

E-mail: cep.fm@usp.br

ANEXO B- EMENDA DE ALTERAÇÃO DE TÍTULO DO PROJETO

USP - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO - FMUSP

COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Desempenho motor de indivíduos com Paralisia Cerebral em jogo virtual

Pesquisador: Juliana Nobre de Paula

Versão: 2

CAAE: 55762216.8.0000.0065

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

DADOS DO COMPROVANTE

Número do Comprovante: 081188/2017

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

Informamos que o projeto Desempenho motor de indivíduos com Paralisia Cerebral em jogo virtual que tem como pesquisador responsável Juliana Nobre de Paula, foi recebido para análise ética no CEP USP - Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - FMUSP em 21/07/2017 às 09:01.

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36

Bairro: PACAEMBU

CEP: 01.246-903

UF: SP **Município:** SAO PAULO

Telefone: (11)3893-4401

E-mail: cep.fm@usp.br

ANEXO C–TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

<p>Escola de Artes, Ciências e Humanidades</p> <p>Universidade de São Paulo</p> <p>EACH/USP</p> <p><i>COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS - CEP SH</i></p>
---	--

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: **DESEMPENHO MOTOR DE INDIVÍDUOS COM PARALISIA CEREBRAL EM JOGO VIRTUAL**

Você está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa que visa avaliar o desempenho motor de indivíduos com Paralisia Cerebral em jogo virtual, trata-se de um jogo de labirinto, com uma única opção para trajeto e com tempo de percurso contabilizado pelo próprio jogo.

O jogo cria desafios divertidos para serem superados com movimentos do corpo, braços e mãos. Os *games* reconhecem os movimentos dos participantes, transformam em dados importantes, como tempo de percurso, o que nos permite análises futuras. O movimento para atingir o objetivo do jogo exige certa habilidade e velocidade de movimento de nossos membros, a fim de executar e controlar as tarefas da maneira como as desejamos. Mensurar o tempo para reagir aos estímulos que estão a nossa volta, a velocidade com que conseguimos alcançar os objetos que desejamos, nos permite avaliar tanto as habilidades cognitivas quanto motoras.

A sua participação irá contribuir com informações que nos permitirão identificar quanto das características individuais influenciam na execução das tarefas e na obtenção do objetivo de cada jogo, permitindo que profissionais da saúde possam ajustar suas práticas de reabilitação de acordo com a característica de seus pacientes.

As medidas serão analisadas na Escola de Artes, Ciências e humanidades – Each/USP. Os dados obtidos nesta pesquisa serão publicados no meio acadêmico e científico e os jogos estarão disponíveis para novas pesquisas e para intervenções de profissionais da saúde na reabilitação de seus pacientes.

A coleta das informações será feita por meio do preenchimento de um questionário e a utilização de jogo executado em telefone móvel. O uso do telefone não requer nenhum conhecimento prévio e o jogo proposto é divertido e desafiador. O jogo pode demorar aproximadamente 30 minutos.

Você não precisa responder a todas as perguntas e nem realizar algum jogo, caso não queira. Sua participação na pesquisa é voluntária.

Os riscos destes procedimentos são mínimos, pois envolvem medições não-invasivas. A execução será em ambiente reservado, com a presença apenas dos pesquisadores e profissionais qualificados para ajudar durante sua execução. Se você sentir qualquer desconforto pode pedir para parar e será auxiliado pelos profissionais responsáveis.

Os dados serão tratados com total sigilo. Sua identidade será preservada, pois cada indivíduo será identificado por um número. O que nos importa são as respostas dos participantes, e não quem as forneceu.

As pessoas que estarão acompanhando a pesquisa serão estudantes de graduação e pós-graduação nas áreas da Saúde, Educação Física, Fisioterapeutas, Terapeutas Ocupacionais, Psicólogos, pesquisadores do Laboratório de Delineamento de Estudos e Escrita Científica.

Você poderá se retirar da pesquisa a qualquer momento, basta informar aos pesquisadores.

Solicitamos sua autorização para o uso dos dados para a produção de artigos técnicos e científicos. Solicitamos também sua autorização para utilizarmos uma filmadora durante a execução dos jogos sérios. Sua privacidade será mantida através da não-identificação do seu nome. As imagens servirão apenas para divulgação do projeto e todos os cuidados para não identificação do participante será prioridade.

Agradecemos sua participação e colaboração.

Mestranda Juliana Nobre de Paula

Fone: (11) 97676-2423

E-mail: juliananobre@usp.br

Endereço: Rua Arlindo Bétio, 1000

Ermelino Matarazzo, São Paulo/SP

Eu, _____, portador do documento de identificação número _____, tendo sido convidado (a) a participar como voluntário (a) da pesquisa DESEMPENHO MOTOR DE INDIVÍDUOS COM PARALISIA CEREBRAL EM JOGO VIRTUAL, recebi da aluna Juliana Nobre de Paula, mestrande e pesquisadora da Escola de Artes, Ciências e humanidades – Each/USP, responsável por sua execução, as seguintes informações que me fizeram entender sem dificuldades e sem dúvidas os seguintes aspectos:

☐ Que a pesquisa se destina a avaliar o desempenho de pessoas com Paralisia Cerebral em jogo virtual.

☐ Que a importância desta pesquisa é que estarei colaborando na avaliação do desempenho motor com uso de recursos de realidade virtual em telefone móvel. Estes jogos poderão permitir que um indivíduo com deficiência motora possa ter as oportunidades necessárias à aquisição ou desenvolvimento de funções motoras durante sua reabilitação de forma mais agradável e motivadora.

☐ Que os resultados que se desejam alcançar são os seguintes: O uso repetido do jogo com realidade virtual pode influenciar o desempenho em atividades da vida diária, principalmente para os indivíduos que possuam alguma deficiência motora, pois se espera que eles possam ser influenciados pelas experiências vividas nos movimentos propostos pelos jogos, considerando as restrições físicas e ambientais.

☐ Que esta pesquisa começará em Janeiro de 2016 e terminará em Agosto de 2018.

☐ Que a pesquisa será feita da seguinte maneira: os jogos serão praticados em ambiente reservado, preferencialmente com a presença de apenas um pesquisador. Eu poderei ter a supervisão de um dos meus pais ou responsável legal. Eu serei acomodado (a) confortavelmente em uma cadeira ou permanecerei em minha cadeira adaptada ou minha cadeira de rodas, se isto for mais aconselhável para mim. A tarefa do jogo será demonstrada verbalmente pelo pesquisador e haverá um número fixo de tentativas para que eu me familiarize com o jogo e com o movimento do jogo e suas regras. Sei que o tempo para completar um jogo não será menor que 15 minutos e não mais do que 30 minutos.

☐ Que eu poderei participar de mais de uma etapa, podendo ser convidado (a) a jogar mais de uma vez.

☐ Que os incômodos que poderei sentir com a minha participação são os seguintes: Ficar cansado (a), ficar enjoado (a), sentir dor, não conseguir executar o movimento necessário para que o jogo seja realizado. Se eu sentir qualquer tipo de desconforto, sei que posso avisar o pesquisador e parar imediatamente de realizar os jogos, sem qualquer prejuízo para mim.

☐ Que os possíveis riscos à minha saúde física e mental são: Haver algum desequilíbrio durante a execução dos movimentos para participar dos jogos virtuais, sentir dor ao executar um movimento, ficar enjoado (a) ou cansado (a). Também posso

me sentir constrangido (a) com a realização dos movimentos ou não entender o que precisa ser executado. Mas também sei que posso pedir para parar a qualquer momento, bastando avisar o pesquisador da minha vontade.

☐ Que deverei contar com a seguinte assistência: Fisioterapeutas, Profissionais da Educação Física, Pesquisadores ligados à Escola de Artes, Ciências e humanidades – Each/USP, no endereço:

Endereço: Rua Arlindo Bértio,1000

Ermelino Matarazzo, São Paulo/SP

CEP:03828-000

Sendo responsáveis por ela:

a) LABCAF - Laboratório de Ciências da Atividade Física
Telefone: + 55 (11) 97967-3828

b) Prof. Dr. Alessandro Hervaldo Nicolai Ré

E-mail: alehnre@usp.br

c) Pesquisadora, Mestranda da Each

Juliana Nobre de Paula

Telefones: + 55 (11) 97676-2423

E-mail: juliananobre@usp.br

☐ Que os benefícios que poderei esperar com a minha participação, mesmo que não diretamente são: A validação científica de atividades propostas nos jogos sérios com realidade virtual que irão auxiliar diversas pessoas com deficiências ou dificuldades no movimento das mãos e/ou braços. Identificar quais os jogos que trarão maior benefícios às pessoas que desejarem e/ou precisarem usar estes jogos.

☐ Que a minha participação será acompanhada por pelo menos um pesquisador, devidamente treinado e qualificado para acompanhar minha participação, principalmente por Fisioterapeutas, Profissionais da Educação Física, Doutorandos e Mestrandos da Escola de Artes, Ciências e Humanidades ou graduandos dos cursos da Each.

☐ Que, sempre que eu desejar serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas da pesquisa e a qualquer momento.

☐ Que, a qualquer momento, eu poderei me recusar a continuar participando da pesquisa e, também, que eu poderei retirar este meu consentimento, sem que isso me traga qualquer penalidade ou prejuízo.

☐ Que as informações conseguidas através da minha participação não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pela pesquisa, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.

☐ Que as imagens gravadas da minha participação não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pela pesquisa, e que a divulgação das mencionadas imagens só será feita, quando necessário, para fins de divulgação científica do projeto, sempre sem a minha identificação.

☐ Que esta pesquisa não acarretará nenhuma despesa para minha participação.

☐ Que eu serei indenizado por qualquer dano que venha a sofrer com a participação na pesquisa, podendo ser encaminhado para a Escola de Artes, Ciências e Humanidades – Each USP, LABCAF - Laboratório de Ciências da Atividade Física.

☐ Que eu receberei uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Em caso de dúvidas você pode entrar em contato com:

a) LABCAF - Laboratório de Ciências da Atividade Física
Telefone: + 55 (11)97967-3828

b) Prof. Dr. Alessandro Hervaldo Nicolai Ré

E-mail: alehnre@usp.br

c) Pesquisadora, Mestranda da Each

Juliana Nobre de Paula

Telefones: + 55 (11) 97676-2423

E-mail: juliananobre@usp.br para contato em caso de intercorrências clínicas e reações

adversas ou para esclarecimento de dúvidas ou SE VOCÊ TIVER DÚVIDAS E/OU PERGUNTAS SOBRE SEUS DIREITOS COMO PARTICIPANTE DESTA PESQUISA E/OU INSATISFEITO COM A MANEIRA COMO A PESQUISA ESTÁ SENDO REALIZADA, VOCÊ PODE ENTRAR EM CONTATO COM O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP) DA ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES – EACH/USP. PELO ENDEREÇO: RUA ARLINDO BÉTTIO, 1.000 – ERMELINO MATARAZZO– SP – OU PELO TELEFONE: (11) 3091-1046. O HORÁRIO DE ATENDIMENTO É DE SEGUNDA À SEXTA DAS 09H00 ÀS 16H00. O COMITÊ DE ÉTICA É RESPONSÁVEL PELA AVALIAÇÃO E COMPANHAMENTO DOS ASPECTOS ÉTICOS DE TODAS AS PESQUISAS ENVOLVENDO SERES HUMANOS, VISANDO ASSEGURAR A PROTEÇÃO, A DIGNIDADE, OS DIREITOS, A SEGURANÇA E O BEM-ESTAR DO SUJEITO DA PESQUISA.

Finalmente, tendo eu compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação na mencionada pesquisa e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implicam, concordo em dele participar e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

_____, _____ de _____ de 201____

Assinatura ou impressão datiloscópica do voluntário(o,a) e rubricar as demais páginas	Responsável pela pesquisa: Juliana Nobre de Paula (Rubricar as demais páginas)
---	--

ANEXO D – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

<p>EACH Escola de Artes, Ciências e Humanidades Universidade de São Paulo</p>	<p>Escola de Artes, Ciências e Humanidades</p> <p>Universidade de São Paulo</p> <p>EACH/USP</p> <p>COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS - CEP SH</p>
--	--

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: **DESEMPENHO MOTOR DE INDIVÍDUOS COM PARALISIA CEREBRAL EM JOGO VIRTUAL**

Você está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa que visa avaliar o desempenho motor de adolescentes com Paralisia Cerebral em jogo virtual, trata-se de um jogo de labirinto, com uma única opção para trajeto e com tempo de percurso contabilizado pelo próprio jogo.

O jogo cria desafios divertidos para serem superados com movimentos do corpo, braços e mãos. Os *games* reconhecem os movimentos dos participantes, transformam em dados importantes, como tempo de percurso, o que nos permite análises futuras. O movimento para atingir o objetivo do jogo exige certa habilidade e velocidade de movimento de nossos membros, a fim de executar e controlar as tarefas da maneira como as desejamos. Mensurar o tempo para reagir aos estímulos que estão a nossa volta, a velocidade com que conseguimos alcançar os objetos que desejamos, nos permite avaliar tanto as habilidades cognitivas quanto motoras.

A sua participação irá contribuir com informações que nos permitirão identificar quanto das características individuais influenciam na execução das tarefas e na obtenção do objetivo de cada jogo, permitindo que profissionais da saúde possam ajustar suas práticas de reabilitação de acordo com a característica de seus pacientes.

As medidas serão analisadas na Escola de Artes, Ciências e humanidades – Each/USP. Os dados obtidos nesta pesquisa serão publicados no meio acadêmico e científico e os jogos estarão disponíveis para novas pesquisas e para intervenções de profissionais da saúde na reabilitação de seus pacientes.

A coleta das informações será feita por meio do preenchimento de um questionário e a utilização de jogo executado em telefone móvel. O uso do telefone não requer nenhum conhecimento prévio e o jogo proposto é divertido e desafiador. O jogo pode demorar aproximadamente 30 minutos.

Você não precisa responder a todas as perguntas e nem realizar algum jogo, caso não queira. Sua participação na pesquisa é voluntária.

Os riscos destes procedimentos são mínimos, pois envolvem medições não-invasivas. A execução será em ambiente reservado, com a presença apenas dos pesquisadores e profissionais qualificados para ajudar durante sua execução. Se você sentir qualquer desconforto pode pedir para parar e será auxiliado pelos profissionais responsáveis.

Os dados serão tratados com total sigilo. Sua identidade será preservada, pois cada indivíduo será identificado por um número. O que nos importa são as respostas dos participantes, e não quem as forneceu.

As pessoas que estarão acompanhando a pesquisa serão estudantes de graduação e pós-graduação nas áreas da Saúde, Educação Física, Fisioterapeutas, Terapeutas Ocupacionais, Psicólogos, pesquisadores do Laboratório de Delineamento de Estudos e Escrita Científica.

Você poderá se retirar da pesquisa a qualquer momento, basta informar aos pesquisadores.

Solicitamos sua autorização para o uso dos dados para a produção de artigos técnicos e científicos. Solicitamos também sua autorização para utilizarmos uma filmadora durante a execução dos jogos sérios. Sua privacidade será mantida através da não-identificação do seu nome. As imagens servirão apenas para divulgação do projeto e todos os cuidados para não identificação do participante será prioridade.

Agradecemos sua participação e colaboração.

Mestranda Juliana Nobre de Paula

Fone: (11) 97676-2423

E-mail: juliananobre@usp.br

Endereço: Rua Arlindo Bétio, 1000

Ermelino Matarazzo, São Paulo/SP

Eu, _____, portador do documento de identificação número _____, tendo sido convidado (a) a participar como voluntário (a) da pesquisa DESEMPENHO MOTOR DE ADOLESCENTES COM PARALISIA CEREBRAL EM JOGO VIRTUAL, recebi da aluna Juliana Nobre de Paula, mestranda e pesquisadora da Escola de Artes, Ciências e humanidades – Each/USP, responsável por sua execução, as seguintes informações que me fizeram entender sem dificuldades e sem dúvidas os seguintes aspectos:

- ☐ Que a pesquisa se destina a avaliar o desempenho de pessoas com Paralisia Cerebral em jogo virtual.
- ☐ Que a importância desta pesquisa é que estarei colaborando na avaliação do desempenho motor com uso de recursos de realidade virtual em telefone móvel. Estes jogos poderão permitir que um indivíduo com deficiência motora possa ter as oportunidades necessárias à aquisição ou desenvolvimento de funções motoras durante sua reabilitação de forma mais agradável e motivadora.
- ☐ Que os resultados que se desejam alcançar são os seguintes: O uso repetido do jogo com realidade virtual pode influenciar o desempenho em atividades da vida diária, principalmente para os indivíduos que possuam alguma deficiência motora, pois se espera que eles possam ser influenciados pelas experiências vividas nos movimentos propostos pelos jogos, considerando as restrições físicas e ambientais.
- ☐ Que esta pesquisa começará em Janeiro de 2016 e terminará em Agosto de 2018.
- ☐ Que a pesquisa será feita da seguinte maneira: os jogos serão praticados em ambiente reservado, preferencialmente com a presença de apenas um pesquisador. Eu poderei ter a supervisão de um dos meus pais ou responsável legal. Eu serei acomodado (a) confortavelmente em uma cadeira ou permanecerei em minha cadeira adaptada ou minha cadeira de rodas, se isto for mais aconselhável para mim. A tarefa do jogo será demonstrada verbalmente pelo pesquisador e haverá um número fixo de tentativas para que eu me familiarize com o jogo e com o movimento do jogo e suas regras. Sei que o tempo para completar um jogo não será menor que 15 minutos e não mais do que 30 minutos.
- ☐ Que eu poderei participar de mais de uma etapa, podendo ser convidado (a) a jogar mais de uma vez.
- ☐ Que os incômodos que poderei sentir com a minha participação são os seguintes: Ficar cansado (a), ficar enjoado (a), sentir dor, não conseguir executar o movimento necessário para que o jogo seja realizado. Se eu sentir qualquer tipo de desconforto, sei que posso avisar o pesquisador e parar imediatamente de realizar os jogos, sem qualquer prejuízo para mim.

☐ Que os possíveis riscos à minha saúde física e mental são: Haver algum desequilíbrio durante a execução dos movimentos para participar dos jogos virtuais, sentir dor ao executar um movimento, ficar enjoado (a) ou cansado (a). Também posso me sentir constrangido (a) com a realização dos movimentos ou não entender o que precisa ser executado. Mas também sei que posso pedir para parar a qualquer momento, bastando avisar o pesquisador da minha vontade.

☐ Que deverei contar com a seguinte assistência: Fisioterapeutas, Profissionais da Educação Física, Pesquisadores ligados à Escola de Artes, Ciências e humanidades – Each/USP, no endereço:

Endereço: Rua Arlindo Bértio, 1000

Ermelino Matarazzo, São Paulo/SP

CEP: 03828-000

Sendo responsáveis por ela:

a) LABCAF - Laboratório de Ciências da Atividade Física

Telefone: + 55 (11) 97967-3828

b) Prof. Dr. Alessandro Hervaldo Nicolai Ré

E-mail: alehnre@usp.br

c) Pesquisadora, Mestranda da Each

Juliana Nobre de Paula

Telefones: + 55 (11) 97676-2423

E-mail: juliananobre@usp.br

☐ Que os benefícios que poderei esperar com a minha participação, mesmo que não diretamente são: A validação científica de atividades propostas nos jogos sérios com realidade virtual que irão auxiliar diversas pessoas com deficiências ou dificuldades no movimento das mãos e/ou braços. Identificar quais os jogos que trarão maior benefícios às pessoas que desejarem e/ou precisarem usar estes jogos.

☐ Que a minha participação será acompanhada por pelo menos um pesquisador, devidamente treinado e qualificado para acompanhar minha participação, principalmente por Fisioterapeutas, Profissionais da Educação Física, Doutorandos e Mestrandos da Escola de Artes, Ciências e Humanidades ou graduandos dos cursos da Each.

☐ Que, sempre que eu desejar serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas da pesquisa e a qualquer momento.

☐ Que, a qualquer momento, eu poderei me recusar a continuar participando da pesquisa e, também, que eu poderei retirar este meu consentimento, sem que isso me traga qualquer penalidade ou prejuízo.

☐ Que as informações conseguidas através da minha participação não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pela pesquisa, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.

☐ Que as imagens gravadas da minha participação não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pela pesquisa, e que a divulgação das mencionadas imagens só será feita, quando necessário, para fins de divulgação científica do projeto, sempre sem a minha identificação.

☐ Que esta pesquisa não acarretará nenhuma despesa para minha participação.

☐ Que eu serei indenizado por qualquer dano que venha a sofrer com a participação na pesquisa, podendo ser encaminhado para a Escola de Artes, Ciências e Humanidades – Each USP, LABCAF - Laboratório de Ciências da Atividade Física.

☐ Que eu receberei uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Em caso de dúvidas você pode entrar em contato com:

a) LABCAF - Laboratório de Ciências da Atividade Física
Telefone: + 55 (11) 97967-3828

b) Prof. Dr. Alessandro Hervaldo Nicolai Ré

E-mail: alehnre@usp.br

c) Pesquisadora, Mestranda da Each

Juliana Nobre de Paula

Telefones: + 55 (11) 97676-2423

E-mail: juliananobre@usp.br para contato em caso de intercorrências clínicas e reações adversas ou para esclarecimento de dúvidas ou SE VOCÊ TIVER DÚVIDAS E/OU PERGUNTAS SOBRE SEUS DIREITOS COMO PARTICIPANTE DESTA PESQUISA E/OU INSATISFEITO COM A MANEIRA COMO A PESQUISA ESTÁ SENDO REALIZADA, VOCÊ PODE ENTRAR EM CONTATO COM O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP) DA ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES – EACH/USP. PELO ENDEREÇO: RUA ARLINDO BÉTTIO, 1.000 – ERMELINO MATARAZZO – SP – OU PELO TELEFONE: (11) 3091-1046. O HORÁRIO DE ATENDIMENTO É DE SEGUNDA À SEXTA DAS 09H00 ÀS 16H00. O COMITÊ DE ÉTICA É RESPONSÁVEL PELA AVALIAÇÃO E COMPANHAMENTO DOS ASPECTOS ÉTICOS DE TODAS AS PESQUISAS ENVOLVENDO SERES HUMANOS, VISANDO ASSEGURAR A PROTEÇÃO, A DIGNIDADE, OS DIREITOS, A SEGURANÇA E O BEM-ESTAR DO SUJEITO DA PESQUISA.

Finalmente, tendo eu compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação na mencionada pesquisa e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implicam, concordo em dele participar e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

_____, _____ de _____ de 201__

Assinatura ou impressão datiloscópica do voluntário(o,a) e rubricar as demais páginas	Responsável pela pesquisa: Juliana Nobre de Paula (Rubricar as demais páginas)

ANEXO E – SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DA HABILIDADE MANUAL

Informações aos usuários

O Sistema de Classificação da Habilidade Manual (MACS) descreve como as crianças com paralisia cerebral (PC) usam suas mãos para manipular objetos em atividades diárias. O MACS descreve cinco níveis. Os níveis são baseados na habilidade da criança em iniciar sozinho a manipulação de objetos e a necessidade de assistência ou adaptação para realizar atividades manuais na vida diária. O folheto do MACS também descreve as diferenças entre os níveis adjacentes para tornar mais fácil a determinação de qual nível corresponde melhor à habilidade das crianças na manipulação de objetos.

Os objetos referidos são aqueles relevantes e apropriados à idade da criança, usados em tarefas como comer, vestir-se, brincar, desenhando ou escrever. Trata-se de objetos que estão dentro do espaço pessoal das crianças, excluindo-se aqueles que estão fora do seu alcance. Objetos usados em atividades avançadas que requerem habilidades especiais como tocar um instrumento não estão incluídas nestas considerações.

Quando atribuir o nível da criança no MACS, escolha o nível que melhor descreve o desempenho global típico em casa, na escola ou na comunidade. A motivação e a habilidade cognitiva da criança também afetam a capacidade de manipular objetos e, consequentemente, influenciam o nível do MACS. Para obter informações acerca de como a criança manipula vários objetos no dia-a-dia é necessário perguntar a alguém que conhece bem a criança. O MACS visa classificar o que as crianças rotineiramente fazem e não seu melhor desempenho em uma situação específica de teste.

O MACS é uma descrição funcional que pode ser usada como complemento do diagnóstico de paralisia cerebral e seus subtipos. O MACS avalia a habilidade global da criança na manipulação dos objetos no dia-a-dia, não a função de cada mão separadamente. O MACS não considera as diferenças de função entre as mãos; em vez disso aborda o modo como as crianças manipulam objetos apropriados à idade. O MACS não pretende explicar as razões para os déficits na habilidade manual.

O MACS pode ser usado para crianças e adolescentes na faixa etária entre 4 e 18 anos, entretanto alguns conceitos devem ser estabelecidos em relação à idade da criança. Naturalmente há diferenças entre os objetos que uma criança de 4 anos é capaz de manipular e aqueles que um adolescente manipula. O mesmo se aplica em relação à independência - uma criança mais nova precisa de maior ajuda e supervisão que uma criança mais velha.

O MACS abrange todo o espectro de limitações funcionais entre crianças com paralisia cerebral e seus subtipos. Alguns subtipos podem ser encontrados em todos os níveis do MACS, como a paralisia cerebral bilateral, enquanto outros são encontrados em poucos níveis, como na paralisia cerebral unilateral. O nível I inclui crianças com pequenas limitações, enquanto limitações funcionais graves são em geral encontradas nos níveis IV e V. Se crianças com desenvolvimento normal fossem classificadas de acordo com o MACS, seria necessário um nível "0".

Contudo, cada nível inclui crianças com funções relativamente variadas. É improvável que o MACS seja sensível a mudanças após uma intervenção; há toda a probabilidade de que os níveis do MACS sejam estáveis ao longo do tempo.

Os cinco níveis, do MACS constituem uma escala ordinal, que significa que os itens são "ordenados", mas as diferenças entre os níveis não são necessariamente iguais, nem as crianças com paralisia cerebral são igualmente distribuídas nos cinco níveis.

Tradutores: Ms. Daniela Baleroni Rodrigues Silva, Profa. Dra. Luzia Iara Pfeifer e Profa. Dra. Carolina Araújo Rodrigues Funayama. Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Ciências do Comportamento, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo

E-mail: ann-christin.ellasson@ki.se; www.macs.se

Ellasson AC, Krumlinde Sundholm L, Rösblad B, Beckung E, Arner M, Öhrvall AM, Rosenbaum P. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Developmental Medicine and Child Neurology* 2006; 48:549-554

Manual Ability Classification System Sistema de Classificação da Habilidade Manual para crianças com paralisia cerebral 4-18 anos

MACS classifica como as crianças com paralisia cerebral usam suas mãos para manipular objetos em atividades diárias.

- MACS descreve como crianças usam habitualmente suas mãos para manipular objetos em casa, escola e ambientes comunitários (o que a criança faz), ao invés do que é conhecido por ser a sua melhor capacidade.
- Para obter informação sobre a maneira como a criança manipula vários objetos no seu cotidiano, é necessário questionar alguém que conhece bem a criança, ao invés de realizar um teste específico.
- Os objetos que a criança manipula devem ser adequados à sua idade.
- O MACS classifica a habilidade global da criança para manipular objetos e não cada mão separadamente.

2005, updated 2010

O que você precisa saber para utilizar o MACS?

A habilidade da criança em manipular objetos em atividades diárias relevantes, por exemplo, durante o brincar e o lazer, comendo e vestindo-se.

Em qual situação a criança é independente e até que ponto ela precisa de suporte e adaptação?

- I. Manipula objetos facilmente e com sucesso.** No máximo, limitações na facilidade de realizar tarefas manuais que requerem velocidade e precisão. Porém, quaisquer limitações nas habilidades manuais não restringem a independência nas atividades diárias.
- II. Manipula a maioria dos objetos mas com a qualidade e / ou velocidade da realização um pouco reduzida.** Certas atividades podem ser evitadas ou serem realizadas com alguma dificuldade; maneiras alternativas de realização poderiam ser utilizadas, mas as habilidades manuais geralmente não restringem a independência nas atividades diárias.
- III. Manipula objetos com dificuldade; necessita de ajuda para preparar e/ou modificar as atividades.** O desempenho é lento e obtido com sucesso limitado em relação à qualidade e quantidade. Atividades são realizadas independentemente se elas tiverem sido organizadas ou adaptadas.
- IV. Manipula uma variedade limitada de objetos facilmente manipuláveis em situações adaptadas.** Desempenham parte das atividades com esforço e com sucesso limitado. Requer suporte e assistência contínuos e/ou equipamento adaptado, para mesmo assim realizar parcialmente a atividade.
- V. Não manipula objetos e tem habilidade severamente limitada para desempenhar até mesmo ações simples.** Requer assistência total.

Distinções entre os níveis I e II

As crianças no nível I podem ter limitações para manipular objetos muito pequenos, pesados ou frágeis, o que requer controle motor fino minucioso, ou coordenação eficaz entre as mãos. Limitações também podem envolver desempenho em situações novas e não familiares. As crianças no nível II desempenham quase as mesmas atividades que as crianças do nível I, mas a qualidade do desempenho é menor, ou o desempenho é mais lento.

Diferenças funcionais entre as mãos podem limitar a eficácia do desempenho. Crianças no nível II geralmente tentam simplificar a manipulação dos objetos, por exemplo, utilizando uma superfície de suporte ao invés de manipular objetos com as duas mãos.

Distinções entre os níveis II e III

As crianças do nível II manipulam a maioria dos objetos, embora lentamente ou com reduzida qualidade no desempenho. Crianças no nível III geralmente necessitam de ajuda para preparar a atividade e / ou requerem que sejam feitos ajustes no ambiente já que sua habilidade em alcançar ou manipular objetos é limitada. Elas não conseguem desempenhar certas atividades e seu grau de independência está relacionado ao grau de apoio oferecido pelo contexto ambiental.

Distinções entre os níveis III e IV

As crianças do nível III podem desempenhar atividades selecionadas se a situação é pré-estabelecida e se tiverem supervisão e tempo suficiente. As crianças no nível IV necessitam de ajuda contínua durante a atividade e podem, na melhor das hipóteses, participar significativamente somente em partes de uma atividade.

Distinções entre os níveis IV e V

As crianças do nível IV desempenham parte de uma atividade, porém, necessitam de ajuda contínua. As crianças do nível V podem, quando muito, participar com um simples movimento em situações especiais, por exemplo, apertar um simples botão ou ocasionalmente pegar objetos que são fáceis de segurar.

ANEXO F – SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DA FUNÇÃO MOTORA GROSSA

CanChild Centre for Childhood Disability Research
Institute for Applied Health Sciences, McMaster University,
1400 Main Street West, Room 408, Hamilton, ON, Canada L8S 1C7
Tel: 905-525-9140 ext. 27850 Fax: 905-522-6095
E-mail: canchild@mcmaster.ca Website: www.canchild.ca

GMFCS – E & R Sistema de Classificação da Função Motora Grossa Ampliado e Revisto

GMFCS - E & R © 2007 CanChild Centre for Childhood Disability Research, McMaster University
Robert Palisano, Peter Rosenbaum, Doreen Bartlett, Michael Livingston

GMFCS © 1997 CanChild Centre for Childhood Disability Research, McMaster University
Robert Palisano, Peter Rosenbaum, Stephen Walter, Dianne Russell, Ellen Wood, Barbara Galuppi
(Reference: Dev Med Child Neurol 1997;39:214-223)

GMFCS – E & R © Versão Brasileira

Traduzido por Daniela Baleroni Rodrigues Silva, Luzia Iara Pfeifer e Carolina Araújo Rodrigues Funayama (Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Ciências do Comportamento - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo)

INTRODUÇÃO E INSTRUÇÕES AO USUÁRIO

O Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS) para paralisia cerebral é baseado no movimento iniciado voluntariamente, com ênfase no sentar, transferências e mobilidade. Ao definirmos um sistema de classificação em cinco níveis, nosso principal critério é que as distinções entre os níveis devam ser significativas na vida diária. As distinções são baseadas nas limitações funcionais, na necessidade de dispositivos manuais para mobilidade (tais como andadores, muletas ou bengalas) ou mobilidade sobre rodas, e em menor grau, na qualidade do movimento. As distinções entre os Níveis I e II não são tão nítidas como a dos outros níveis, particularmente para crianças com menos de dois anos de idade.

O GMFCS ampliado (2007) inclui jovens entre 12 e 18 anos de idade e enfatiza os conceitos inerentes da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde da Organização Mundial da Saúde (CIF). Nós sugerimos que os usuários estejam atentos ao impacto que os fatores **ambientais e pessoais** possam ter sobre o que se observa sobre as crianças e jovens ou no que eles relatam fazer. O enfoque do GMFCS está em determinar qual nível melhor representa **as habilidades e limitações na função motora grossa que a criança ou o jovem apresentam**. A ênfase deve estar no desempenho habitual em casa, na escola e nos ambientes comunitários (ou seja, no que eles fazem), ao invés de ser no que se sabe que eles são capazes de fazer melhor (capacidade). Portanto, é importante classificar o desempenho atual da função motora grossa e não incluir julgamentos sobre a qualidade do movimento ou prognóstico de melhora.

O enfoque de cada nível é o método de mobilidade que é mais característico no desempenho após os 6 anos de idade. As descrições das habilidades e limitações funcionais para cada faixa etária são amplas e não se pretende descrever todos os aspectos da função da criança/jovem individualmente. Por exemplo, um bebê com hemiplegia que é incapaz de engatinhar sobre suas mãos e joelhos, mas que por outro lado se encaixa na descrição do Nível I (ou seja, é capaz de puxar-se para ficar em pé e andar), seria classificada no nível I. A escala é ordinal, sem intenção de que as distâncias entre os níveis sejam consideradas iguais entre os níveis ou que as crianças e jovens com paralisia cerebral sejam igualmente distribuídas nos cinco níveis. Um resumo das distinções entre cada par de níveis é fornecido para ajudar na determinação do nível que mais se assemelha à função motora

grossa atual da criança ou do jovem.

Nós reconhecemos que as manifestações da função motora grossa sejam dependentes da idade, especialmente durante a lactância e primeira infância. Para cada nível são fornecidas descrições separadas em diferentes faixas etárias. Deve-se considerar a idade corrigida de crianças com menos de 2 anos de idade se elas forem prematuras. As descrições para faixa etária de 6 a 12 anos e de 12 a 18 anos de idade refletem o possível impacto dos fatores ambientais (por exemplo, distâncias na escola e na comunidade) e fatores pessoais (por exemplo, necessidades energéticas e preferências sociais) nos métodos de mobilidade.

Um esforço foi feito para enfatizar as habilidades ao invés das limitações. Assim, como princípio geral, a função motora grossa das crianças e jovens que são capazes de realizar funções descritas em certo nível será provavelmente classificada neste nível de função ou em um nível acima; ao contrário, a função motora grossa de crianças e jovens que não conseguem realizar as funções de certo nível devem ser classificadas abaixo daquele nível de função.

DEFINIÇÕES OPERACIONAIS

Andador de apoio corporal – um dispositivo de mobilidade que apóia a pelve e o tronco. A criança/jovem é fisicamente posicionada (o) no andador por outra pessoa.

Dispositivo de mobilidade manual – bengalas, muletas e andadores anteriores e posteriores que não apóiam o tronco durante a marcha.

Assistência física - Outra pessoa ajuda manualmente a criança/o jovem a se mover.

Mobilidade motorizada – A criança/o jovem controla ativamente o joystick ou o interruptor elétrico que permite uma mobilidade independente. A base de mobilidade pode ser uma cadeira de rodas, um scooter ou outro tipo de dispositivo de mobilidade motorizado.

Cadeira de rodas manual de auto-propulsão – a criança/o jovem utiliza os braços e as mãos ou os pés ativamente para impulsionar as rodas e se mover.

Transportado – Uma pessoa manualmente empurra o dispositivo de mobilidade (por exemplo, cadeira de rodas, carrinho de bebê ou de passeio) para mover a criança/ jovem de um lugar ao outro.

Andar – A menos que especificado de outra maneira, indica nenhuma ajuda física de outra pessoa, ou uso de qualquer dispositivo de mobilidade manual. Uma órtese (ou seja, uma braçadeira ou tala) pode ser usada.

Mobilidade sobre rodas – Refere-se a qualquer tipo de dispositivo com rodas que permite movimento (por exemplo, carrinho, cadeira de rodas manual ou motorizada).

CARACTERÍSTICAS GERAIS PARA CADA NÍVEL

NÍVEL I – Anda sem limitações

NÍVEL II – Anda com limitações

NÍVEL III – Anda utilizando um dispositivo manual de mobilidade

NÍVEL IV – Auto-mobilidade com limitações; pode utilizar mobilidade motorizada.

NÍVEL V – Transportado em uma cadeira de rodas manual.

DISTINÇÕES ENTRE OS NÍVEIS

Distinções entre os níveis I e II – crianças e jovens do nível II, quando comparados às crianças e jovens do nível I, têm limitações para andar por longas distâncias e equilibrar-se; podem precisar de um dispositivo manual de mobilidade ao aprender a andar; podem utilizar um dispositivo com rodas quando caminham por longas distâncias em espaços externos e na comunidade; requerem o uso de corrimão para subir e descer escadas; e não são capazes de correr e pular.

Distinções entre os níveis II e III – As crianças e os jovens no nível II são capazes de andar sem um dispositivo manual de mobilidade depois dos quatro anos de idade (embora possam optar por utilizá-lo às vezes). As crianças e os jovens do nível III precisam de um dispositivo manual de mobilidade para andar em espaços internos e o uso de mobilidade sobre rodas fora de casa e na comunidade.

Distinções entre os níveis III e IV – as crianças e jovens que estão no nível III sentam-se sozinhos ou requerem no máximo um apoio externo limitado para sentar-se; eles são mais independentes nas transferências para a postura em pé e andam com um dispositivo manual de mobilidade. As crianças e jovens no nível IV sentam-se (geralmente apoiados), mas a autolocomoção é limitada. É mais provável que as crianças e jovens no Nível IV sejam transportadas em uma cadeira de rodas manual ou que utilizem a mobilidade motorizada.

Distinções entre os Níveis IV e V – As crianças e jovens no Nível V têm graves limitações no controle da cabeça e tronco e requerem tecnologia assistiva ampla e ajuda física. A autolocomoção é conseguida apenas se a criança/jovem pode aprender como operar uma cadeira de rodas motorizada.

Sistema de Classificação da Função Motora Grossa – Ampliado e Revisto (GMFCS – E & R)

ANTES DO ANIVERSÁRIO DE 2 ANOS

NÍVEL I: Bebês sentam-se no chão, mantêm-se sentados e deixam esta posição com ambas as mãos livres para manipular objetos. Os bebês engatinham (sobre as mãos e joelhos), puxam-se para ficar em pé e dão passos segurando-se nos móveis. Os bebês andam entre 18 meses e 2 anos de idade sem a necessidade de aparelhos para auxiliar a locomoção.

NÍVEL II: Os bebês mantêm-se sentados no chão, mas podem necessitar de ambas as mãos como apoio para manter o equilíbrio. Os bebês rastejam em prono ou engatinham (sobre mãos e joelhos). Os bebês podem puxar-se para ficar em pé e dar passos segurando-se nos móveis.

NÍVEL III: Os bebês mantêm-se sentados no chão quando há apoio na parte inferior do tronco. Os bebês rolam e rastejam para frente em prono.

NÍVEL IV: Os bebês apresentam controle de cabeça, mas necessitam de apoio de tronco para sentarem-se no chão. Os bebês conseguem rolar para a posição supino e podem rolar para a posição prono.

NÍVEL V: As deficiências físicas restringem o controle voluntário do movimento. Os bebês são incapazes de manter posturas antigravitacionais de cabeça e tronco em prono e sentados. Os bebês necessitam da assistência do adulto para rolar..

ENTRE O SEGUNDO E O QUARTO ANIVERSÁRIO

NÍVEL I: As crianças sentam-se no chão com ambas as mãos livres para manipular objetos. Os movimentos de sentar e levantar-se do chão são realizadas sem assistência do adulto. As crianças andam como forma preferida de locomoção, sem a necessidade de qualquer aparelho auxiliar de locomoção.

NÍVEL II: As crianças sentam-se no chão, mas podem ter dificuldades de equilíbrio quando ambas as mãos estão livres para manipular objetos. Os movimentos de sentar e deixar a posição sentada são realizados sem assistência do adulto. As crianças puxam-se para ficar em pé em uma superfície estável. As crianças engatinham (sobre mãos e joelhos) com padrão alternado, andam de lado segurando-se nos móveis e andam usando aparelhos para auxiliar a locomoção como

forma preferida de locomoção.

NÍVEL III: As crianças mantêm-se sentadas no chão frequentemente na posição de W (sentar entre os quadris e os joelhos em flexão e rotação interna) e podem necessitar de assistência do adulto para assumir a posição sentada. As crianças rastejam em prono ou engatinham (sobre as mãos e joelhos), frequentemente sem movimentos alternados de perna, como métodos principais de auto-locomoção. As crianças podem puxar-se para levantar em uma superfície estável e andar de lado segurando-se nos móveis por distâncias curtas. As crianças podem andar distâncias curtas nos espaços internos utilizando um dispositivo manual de mobilidade (andador) e ajuda de um adulto para direcioná-la e girá-la.

NÍVEL IV: As crianças sentam-se no chão quando colocadas, mas são incapazes de manter alinhamento e equilíbrio sem o uso de suas mãos para apoio. As crianças frequentemente necessitam de equipamento de adaptação para sentar e ficar em pé. A auto-locomoção para curtas distâncias (dentro de uma sala) é alcançada por meio do rolar, rastejar em prono ou engatinhar sobre as mãos e joelhos sem movimento alternado de pernas.

NÍVEL V: As deficiências físicas restringem o controle voluntário do movimento e a capacidade de manter posturas antigravitacionais de cabeça e tronco. Todas as áreas de função motora estão limitadas. As limitações funcionais do sentar e ficar em pé não são completamente compensadas por meio do uso de equipamentos adaptativos e de tecnologia assistiva. No nível V, as crianças não têm meios para se mover independentemente e são transportadas. Somente algumas crianças conseguem a autolocomoção utilizando uma cadeira de rodas motorizada com extensas adaptações.

ENTRE O QUARTO E O SEXTO ANIVERSÁRIO

NÍVEL I: As crianças sentam-se na cadeira, mantêm-se sentadas e levantam-se dela sem a necessidade de apoio das mãos. As crianças saem do chão e da cadeira para a posição em pé sem a necessidade de objetos de apoio. As crianças andam nos espaços internos e externos e sobem escadas. Iniciam habilidades de correr e pular.

NÍVEL II: As crianças sentam-se na cadeira com ambas as mãos livres para manipular objetos. As crianças saem do chão e da cadeira para a posição em pé, mas geralmente requerem uma superfície estável para empurrar-se ou impulsionar-se para cima com os membros superiores. As crianças andam sem a necessidade de um dispositivo manual de mobilidade em espaços internos e em curtas distâncias em espaços externos planos. As crianças sobem escadas segurando-se no corrimão, mas são incapazes de correr e pular.

NÍVEL III: As crianças sentam-se em cadeira comum, mas podem necessitar de apoio pélvico e de tronco para maximizar a função manual. As crianças sentam-se e levantam-se da cadeira usando uma superfície estável para empurrar-se ou impulsionar-se para cima com seus braços. As crianças andam com um dispositivo manual de mobilidade em superfícies planas e sobem escadas com a assistência de um adulto. As crianças frequentemente são transportadas quando percorrem longas distâncias e quando em espaços externos em terrenos irregulares.

NÍVEL IV: As crianças sentam em uma cadeira, mas precisam de um assento adaptado para controle de tronco e para maximizar a função manual. As crianças sentam-se e levantam-se da cadeira com a ajuda de um adulto ou de uma superfície estável para empurrar-se ou impulsionar-se com seus braços. As crianças podem, na melhor das hipóteses, andar por curtas distâncias com o andador e com supervisão do adulto, mas tem dificuldades em virar e manter o equilíbrio em superfícies irregulares. As crianças são transportadas na comunidade. As crianças podem adquirir autolocomoção utilizando uma cadeira de rodas motorizada.

NÍVEL V: As deficiências físicas restringem o controle voluntário do movimento e a habilidade para manter posturas antigravitacionais de cabeça e tronco. Todas as áreas da função motora estão limitadas. As limitações funcionais no sentar e ficar em pé não são completamente compensadas por meio do uso de equipamento adaptativo e tecnologia assistiva. No nível V, as crianças não têm como se movimentar independentemente e são transportadas. Algumas crianças alcançam autolocomoção usando cadeira de rodas motorizada com extensas adaptações.

ENTRE O SEXTO E O DÉCIMO SEGUNDO ANIVERSÁRIO

Nível I: As crianças caminham em casa, na escola, em espaços externos e na comunidade. As crianças são capazes de subir e descer meio-fios e escadas sem assistência física ou sem o uso de corrimão. As crianças apresentam habilidades motoras grossas tais como correr e saltar, mas a velocidade, equilíbrio e a coordenação são limitados. As crianças podem participar de atividades físicas e esportes dependendo das escolhas pessoais e fatores ambientais.

Nível II: As crianças caminham na maioria dos ambientes. As crianças podem apresentar dificuldade em caminhar longas distâncias e de equilíbrio em terrenos irregulares, inclinações, áreas com muitas pessoas, espaços fechados ou quando carregam objetos. As crianças sobem e descem escadas segurando em corrimão ou com assistência física se não houver este tipo de apoio. Em espaços externos e na comunidade, as crianças podem andar com assistência física, um dispositivo manual de mobilidade, ou utilizar a mobilidade sobre rodas quando percorrem longas distâncias. As crianças têm, na melhor das hipóteses, apenas habilidade mínima para realizar as habilidades motoras grossas tais como correr e pular. As limitações no desempenho das habilidades motoras grossas podem necessitar de adaptações para permitirem a participação em atividades físicas e esportes.

Nível III: As crianças andam utilizando um dispositivo manual de mobilidade na maioria dos espaços internos. Quando sentadas, as crianças podem exigir um cinto de segurança para alinhamento pélvico e equilíbrio. As transferências de sentado para em pé e do chão para posição em pé requerem assistência física de uma pessoa ou uma superfície de apoio. Quando movem-se por longas distâncias, as crianças utilizam alguma forma de mobilidade sobre rodas. As crianças podem subir ou descer escadas segurando em um corrimão com supervisão ou assistência física. As limitações na marcha podem necessitar de adaptações para permitir a participação em atividades físicas e esportes, incluindo a auto-propulsão de uma cadeira de rodas manual ou mobilidade motorizada.

Nível IV: As crianças utilizam métodos de mobilidade que requerem assistência física ou mobilidade motorizada na maioria dos ambientes. As crianças requerem assento adaptado para o controle pélvico e do tronco e assistência física para a maioria das transferências. Em casa, as crianças movem-se no chão (rolar, arrastar ou engatinhar), andam curtas distâncias com assistência física ou utilizam mobilidade motorizada. Quando posicionadas, as crianças podem utilizar um andador de apoio corporal em casa ou na escola. Na escola, em espaços externos e na comunidade, as crianças são transportadas em uma cadeira de rodas manual ou utilizam mobilidade motorizada. As limitações na mobilidade necessitam de adaptações que permitam a participação nas atividades físicas e esportes, incluindo a assistência física e/ou mobilidade motorizada.

Nível V: As crianças são transportadas em uma cadeira de rodas manual em todos os ambientes. As crianças são limitadas em sua habilidade de manter as posturas anti-gravitacionais da cabeça e tronco e de controlar os movimentos dos braços e pernas. Tecnologia assistiva é utilizada para melhorar o alinhamento da cabeça, o sentar, o levantar e/ou a mobilidade, mas as limitações não são totalmente compensadas pelo equipamento. As transferências requerem assistência física total de um adulto. Em casa, as crianças podem se locomover por curtas distâncias no chão ou podem ser carregadas por um adulto. As crianças podem adquirir auto-mobilidade utilizando a mobilidade motorizada com adaptações extensas para sentar-se e controlar o trajeto. As limitações na mobilidade necessitam de adaptações para permitir a participação nas atividades físicas e em esportes, inclusive a assistência física e uso de mobilidade motorizada.

ENTRE O DÉCIMO SEGUNDO E DÉCIMO OITAVO ANIVERSÁRIO

Nível I: Os jovens andam em casa, na escola, em espaços externos e na comunidade. Os jovens são capazes de subir e descer meio-fios sem a assistência física e escadas sem o uso de corrimão. Os jovens desempenham habilidades motoras grossas tais como correr e pular, mas a velocidade, o equilíbrio e a coordenação são limitados. Os jovens podem participar de atividades físicas e esportes dependendo de escolhas pessoais e fatores ambientais.

Nível II: Os jovens andam na maioria dos ambientes. Os fatores ambientais (tais como terrenos irregulares, inclinações, longas distâncias, exigências de tempo, clima e aceitação pelos colegas) e preferências pessoais influenciam as escolhas de mobilidade. Na escola ou no trabalho, os jovens podem andar utilizando um dispositivo manual de mobilidade por segurança. Em espaços externos e na comunidade, os jovens podem utilizar a mobilidade sobre rodas quando percorrem longas distâncias. Os jovens sobem e descem escadas segurando em um corrimão ou com assistência física se não houver corrimão. As limitações no desempenho de habilidades motoras grossas podem necessitar de adaptações para permitir a participação nas atividades físicas e esportes.

Nível III: Os jovens são capazes de caminhar utilizando um dispositivo manual de mobilidade. Os jovens no nível III demonstram mais variedade nos métodos de mobilidade dependendo da habilidade física e de fatores ambientais e pessoais, quando comparados a jovens de outros níveis. Quando estão sentados, os jovens podem precisar de um cinto de segurança para alinhamento pélvico e equilíbrio. As transferências de sentado para em pé e do chão para em pé requerem assistência física de uma pessoa ou de uma superfície de apoio. Na escola, os jovens podem auto-impulsionar uma cadeira de rodas manual ou utilizar a mobilidade motorizada. Em espaços externos e na comunidade, os jovens são transportados em uma cadeira de rodas ou utilizam mobilidade motorizada. Os jovens podem subir e descer escadas segurando em um corrimão com supervisão ou assistência física. As limitações na marcha podem necessitar de adaptações para permitir a participação em atividades físicas e esportes incluindo a auto-propulsão de uma cadeira de rodas manual ou mobilidade motorizada.

Nível IV: Os jovens usam a mobilidade sobre rodas na maioria dos ambientes. Os jovens necessitam de assento adaptado para o controle pélvico e do tronco. Assistência física de 1 ou 2 pessoas é necessária para as transferências.

Os jovens podem apoiar o peso com as pernas para ajudar nas transferências para ficar em pé. Em espaços internos, os jovens podem andar por curtas distâncias com assistência física, utilizam a mobilidade sobre rodas, ou, quando posicionados, utilizam um andador de apoio corporal. Os jovens são fisicamente capazes de operar uma cadeira de rodas motorizada. Quando o uso de uma cadeira de rodas motorizada não for possível ou não disponível, os jovens são transportados em uma cadeira de rodas manual. As limitações na mobilidade necessitam de adaptações para permitir a participação nas atividades físicas e esportes, inclusive a assistência física e/ou mobilidade motorizada.

Nível V: Os jovens são transportados em uma cadeira de rodas manual em todos os ambientes. Os jovens são limitados em sua habilidade para manter as posturas antigravitacionais da cabeça e tronco e o controle dos movimentos dos braços e pernas. Tecnologia assistiva é utilizada para melhorar o alinhamento da cabeça, o sentar, o ficar de pé, e a mobilidade, mas as limitações não são totalmente compensadas pelo equipamento. Assistência física de 1 ou 2 pessoas ou uma elevação mecânica é necessária para as transferências. Os jovens podem conseguir a auto-mobilidade utilizando a mobilidade motorizada com adaptações extensas para sentar e para o controle do trajeto. As limitações na mobilidade necessitam de adaptações para permitir a participação nas atividades físicas e esportes incluindo a assistência física e o uso de mobilidade motorizada.

ANEXO G- PUBLICAÇÃO ARTIGO DO ESTUDO PILOTO

Aprendizagem motora por meio de jogo de telefone celular na paralisia cerebral: estudo-piloto

Motor learning through game use in cellular mobile in cerebral palsy: a pilot study

Juliana Nobre de Paula¹, Alessandro Hervaldo Nicolai Ré², Carlos Bandeira de Mello Monteiro², Talita Dias da Silva³, Lilian del Cielo de Menezes¹, Thais Massetti⁴, Francis Meire Favero⁵, Camila Miliani Capelini⁶

RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar a ocorrência de aprendizagem motora em uma tarefa de jogo de labirinto em telefone móvel em pessoas com Paralisia Cerebral (PC). Foram avaliadas 15 pessoas com diagnóstico médico de PC. A tarefa consistiu em realizar um percurso de labirinto virtual, no menor tempo possível, em um telefone móvel. As pessoas realizaram 20 tentativas do jogo de labirinto na fase de aquisição (AQ), cinco tentativas nas fases de retenção (R) e de transferência (T). ANOVA para medidas repetidas foi realizada para comparação entre blocos. Para identificar as diferenças, foi empregado o teste *post hoc* de Tukey HSD ($p < 0,05$). As análises foram realizadas por meio do pacote estatístico SPSS versão 20.0. Verificou-se diferença significativa entre o primeiro e o último bloco da AQ, o que denotou redução do tempo durante a execução da tarefa, e não se observaram diferenças na comparação entre os blocos das fases AQ e R. Porém, entre os blocos das fases R e T, houve efeito significativo com piora do desempenho devido ao aumento do tempo para realização da tarefa. Os indivíduos com PC apresentaram melhora do desempenho, porém não houve manutenção desse resultado na transferência. Todavia, estudos com número maior de participantes devem ser realizados para explorar todas as potencialidades da utilização de telefone móvel como estratégia de intervenção na PC.

Descritores: Pessoas com deficiência – Paralisia cerebral – Terapia de exposição à realidade virtual – Telefone celular – Habilidades motoras.

ABSTRACT

This study aimed to assess the occurrence of motor learning in a maze game task on mobile phone in individuals with Cerebral Palsy (CP). 15 individuals with CP medical diagnosis were evaluated. The task consisted in carrying out a labyrinth path, during the shortest time possible, in a mobile phone. The subjects performed 20 trials of the maze game in the acquisition phase (AC) and five trials in the phases of retention (R) and transfer (T). ANOVA was used for repeated measures to compare blocks. Post hoc Tukey HSD test ($p < 0.05$) was applied to identify the differences. The statistical package used was the SPSS version 20.0. There was a significant difference between the first and the last AQ block showing a reduction in the time for performing the task, and it was not observed differences in the comparison between the blocks of AQ and R phase, but among the blocks of the R and T there were significant effects, with worsening performance because of the increased time to complete the task. Individuals with CP showed improved performance, but there was no maintenance of this result. Studies with larger samples are needed to explore the full potential of this intervention strategy.

Keywords: Disabled persons – Cerebral palsy – Virtual reality exposure therapy – Mobile phone – Motor skills.

(1) Fisioterapeuta, Especialista pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP, Brasil.

(2) Professores Doutores da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil.

(3) Fisioterapeuta, Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Medicina na Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP, Brasil.

(4) Fisioterapeuta, Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo (FMUSP), São Paulo, SP, Brasil.

(5) Fisioterapeuta, Doutora pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP, Brasil.

(6) Fisioterapeuta, Mestranda no Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo (FMUSP), São Paulo, SP, Brasil.

CORRESPONDÊNCIA

Camila Miliani Capelini
cmcapelini@usp.br

Paula JN, Ré AHN, Monteiro CBM, Silva TD, Menezes LC, Massetti T, Favero FM, Capelini CM. Aprendizagem motora por meio de jogo de telefone celular na paralisia cerebral: estudo-piloto. Arquivos Brasileiros de Paralisia Cerebral 2015; 7(15):26-31.

A paralisia cerebral (PC) é definida como um grupo de distúrbios não progressivos que ocorrem no desenvolvimento encefálico fetal ou na infância, e são caracterizados pela alteração do movimento, do tônus e da postura, ocasionando limitações no desenvolvimento¹. Além das desordens motoras, frequentemente estão associados distúrbios de sensação, cognição, comunicação, percepção, comportamento e presença de convulsões². Tais alterações podem limitar o desempenho em atividades funcionais e ocasionar prejuízos na realização das atividades de vida diária³.

Levando-se em consideração as alterações apresentadas e a dificuldade em realizar alinhamento e retificação de posturas, que possibilitam realizar várias atividades do dia a dia, é fundamental para a pessoa com PC a inclusão em programas de habilitação e reabilitação contínuos, os quais interferem significativamente na sua interação em diferentes contextos. Dessa maneira, profissionais da saúde que trabalham com PC podem aplicar os conhecimentos advindos da aprendizagem motora para organizar um programa de tratamento eficiente⁴.

Atualmente existe interesse crescente em intervenções em PC com utilização de tecnologias modernas. Assim, nos programas de reabilitação, verifica-se o uso de recursos da realidade virtual para possibilitar eficácia em tarefas funcionais e aquisição de habilidades motoras^{5,8}. Esse novo paradigma de intervenção pode ser utilizado como uma forma de intervenção física, cognitiva ou psicológica que se baseia no uso de jogos e ambientes virtuais para viabilizar função em diferentes deficiências.

Verifica-se a existência de várias pesquisas sobre PC considerando as funções motoras grossas e as incapacidades funcionais na mobilidade, autocuidado e função social⁹, mas poucas propostas⁴ que possibilitem maior funcionalidade por meio do conhecimento advindo da realidade virtual.

As vantagens da realidade virtual (RV) incluem a prática domiciliar, *on-line* e a interação com outras pessoas, assim como existe a possibilidade de realizar tarefas virtuais sob a supervisão de um profissional¹⁰⁻¹². Shih et al.¹³ argumentam que os ambientes virtuais podem permitir que as pessoas com deficiência, quando imersas, melhorem significativamente o nível de interação. No entanto, a utilização de tarefas em ambiente de realidade virtual como um programa de intervenção para pessoas com PC é relativamente novo, e, embora exista a evolução rápida de pesquisas na área, os seus benefícios e limitações não foram comprovados⁷.

Em ambientes de RV, os canais multissensoriais (visão, audição, tato etc.) podem ser ampliados em intensidade, tempo e espaço, possibilitando diferentes formas

de intervenção no programa de habilitação. A RV tem a possibilidade de oferecer oportunidades à pessoa com deficiência de vivenciar diversas situações de maneira individualizada^{10-12, 14}.

Estudos que utilizam os recursos da realidade virtual como forma de intervenção têm evoluído na pesquisa clínica com PC. Em um estudo que combinou o uso da tecnologia assistiva e aprendizagem motora¹⁵, os autores investigaram a possibilidade de propiciar treinamento de controle da cadeira de rodas por meio de *Joystick*. Verificou-se que uma pessoa com PC conseguiu aprender os movimentos de forma funcional, inclusive se aproximando dos valores do grupo-controle. Outros trabalhos, como os de Reid¹⁶ e Chen et al.¹⁷, também observaram que pessoas com PC aprenderam tarefas de realidade virtual, com melhora da qualidade de movimento.

Nesse contexto, instrumentos que permitem a conexão entre a RV e os ambientes de reabilitação ganham maior importância. Burgstahler et al.¹⁸ relataram que 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.

Uma vantagem prática da utilização de celulares é que as pessoas com deficiência física podem praticar o jogo em qualquer local, sozinha ou interagindo com outros jogadores. A prática do jogo em casa elimina os desafios do transporte e da falta de acessibilidade, que são barreiras importantes a dificultar a participação de deficientes em tarefas sociais^{10,11}.

Provavelmente o telefone móvel seja um dispositivo interessante para pessoas com PC, no entanto nenhuma pesquisa foi encontrada sobre esse tema. Para tanto, optou-se por utilizar um jogo em 3D na tela do celular e verificar se, com a prática da atividade, obtém-se melhora do desempenho em pessoas com PC. O objetivo deste trabalho foi avaliar a aprendizagem motora em pessoas com PC em uma tarefa virtual em telefone móvel.

MÉTODO

Trata-se de um estudo tipo ensaio clínico controlado não randomizado. O estudo foi realizado na cidade de Itaquaquecetuba; na Região do Alto Tietê, em São Paulo. Os participantes selecionados são jogadores do time de "Futebol de 7", time de futebol composto por adolescentes e homens com PC.

Foram incluídas pessoas com diagnóstico PC capazes de realizar o movimento de preensão para segurar o

telefone móvel com uma ou as duas mãos. Como critérios de exclusão foram consideradas quaisquer incapacidades que impedissem a realização da atividade, fossem elas físicas ou falta de compreensão da atividade proposta.

Foram, assim, avaliadas 15 pessoas do sexo masculino com PC, com idade média de 25 ± 10 anos (variação de 13 a 46 anos).

Para avaliar a melhora funcional foi utilizada uma tarefa de labirinto. Segundo Souza et al.¹⁹, a tarefa do labirinto pode ser aplicada na avaliação diagnóstica de pessoas com alterações no controle e na aprendizagem motora, a fim de identificar os aspectos comprometidos, enquanto a tarefa motora é executada, como: processamento da informação e planejamento estratégico (número de erros), função executiva (tempo de execução da tarefa), aprendizagem (estabilização do desempenho) e memória espacial (manutenção do desempenho após distração e intervalo de retenção). Outra vantagem é a praticidade e facilidade de adaptação frente ao público estudado.

A tarefa de labirinto virtual foi realizada por meio do jogo *Marble Maze Classic*®, instalado em um telefone móvel (*smartphone*) da marca *Nokia*® (modelo 500). O participante da pesquisa conduziu uma bola virtual por um percurso pré-programado de labirinto, com o objetivo de concluir a tarefa corretamente no menor tempo possível.

O jogo do labirinto simula uma mesa de madeira, onde a bola virtual percorre o labirinto por meio de movimentos realizados com a mão que segura o telefone. O movimento realizado direciona a bola, ou seja, a bola rola em direção à inclinação realizada pela mão.

Para este trabalho foram customizados dois tipos de labirinto (Figura 1), sendo que em cada labirinto o trajeto é único, sem possibilidade de erro. O tempo de execução do trajeto pela bola no labirinto é fornecido no final de cada tentativa pelo próprio jogo. Cada participante realizou a tarefa seguindo o protocolo descrito na Tabela 1.

Os dados foram obtidos a partir do tempo em segundos, por meio de blocos de médias de cada cinco tentativas para todas as fases do estudo (aquisição, retenção e transferência). ANOVA para medidas repetidas foi utilizada para comparação entre os Blocos [primeiro (A1) e último (A4) blocos da fase de aquisição; A4 com bloco de retenção (R) e R com bloco de transferência (T)] ($p < 0,05$). O pacote estatístico utilizado foi o SPSS versão 20.0.

Figura 1. Labirintos usados nas fases de aquisição, retenção (labirinto 1) e transferência (labirinto 2).

Tabela 1. Tabela do delineamento experimental.

Grupo	Aquisição	Pausa	Retenção	Transferência
PC	20 tentativas Labirinto 1	5'	5 tentativas Labirinto 1	5 tentativas Labirinto 2

RESULTADOS

Aquisição. A Tabela 2 apresenta os resultados das análises dos resultados. Efeitos significativos foram encontrados para Blocos, mostrando que o tempo de movimento melhorou significativamente do primeiro bloco A1 ($M = 7,4s$) para o último bloco A4 ($M = 6,4s$) (Figura 2).

Retenção. A comparação entre o bloco final da aquisição e o bloco de retenção não revelou efeitos ou interações significativos para Blocos. Em outras palavras, para as pessoas com PC, o padrão de movimento no bloco final de aquisição e no bloco de retenção foram similares ($M = 6,4s$ e $6,1s$), o que indica que o desempenho foi mantido (Tabela 2).

Transferência. Como apresentado na Tabela 2, houve efeito significativo para Blocos, o que indica que, durante a fase de transferência, houve piora do desempenho do bloco de retenção ($M = 6,1s$) para o bloco de transferência ($M = 7,0s$).

Tabela 2. Dados estatísticos referentes às análises nas fases de aquisição, retenção e transferência.

Variáveis	Efeito principal:	
	Blocos	
	(gl) F-ratio	valor de p
Aquisição (Bloco A1 versus A4)	(1, 14) 7,5	,002
Retenção (Bloco A6 versus R)	-	-
Transferência (Bloco R versus T)	(1, 14) 6,5	,002

gl: graus de liberdade; A1: primeiro bloco da fase de aquisição; A4: último bloco da fase de aquisição; R: bloco do teste de retenção; T: bloco do teste de transferência.

Figura 2. Representação dos blocos de tentativas (média e erro-padrão) [A1 – A4: blocos da fase de aquisição; R: bloco da fase de retenção; T: bloco da fase de transferência]

DISCUSSÃO

O fenômeno de aprendizagem motora, embora não observável diretamente, permite identificar mudanças na interação com objetos e com outros seres humanos. Essas mudanças ocorrem para garantir o alcance da meta e são resultado de experiência e prática observado na aquisição, retenção e transferência de habilidades motoras^{20,21}.

O objetivo deste trabalho foi verificar se ocorreu aprendizagem motora em pessoas com PC durante execução de tarefa de labirinto em telefone celular. Observou-se que na fase de aquisição houve melhora significativa no tempo de movimento entre o primeiro bloco de tentativa (A1) em relação ao último (A4), o que significa que, após as 20 repetições da tarefa na fase de aquisição, houve melhora no desempenho comprovada pela diminuição do tempo de movimento de A1 para A4, sendo forte indicativo de que ocorreu adaptação da tarefa motora.

A aprendizagem motora pode ser inferida por meio do desempenho, enquanto sua melhora pode ser observada pelo aumento da consistência, fluência no movi-

mento, diminuição do erro de execução e redução no tempo total de movimento para a realização da tarefa²¹. Durante a prática de aquisição da habilidade, a pessoa necessita executar tentativas para alcançar um desempenho, critério ou estabilizar um comportamento.

Retenção e transferência são outros dois conceitos cruciais no processo de aprendizagem motora¹⁴ porque medem o grau de permanência do que foi adquirido após um período sem prática (retenção) e a capacidade de adequação de um comportamento motor praticado em um contexto diferente, mediante alteração na tarefa motora (transferência). Assim, para verificar se a aprendizagem ocorreu com solidez, mais do que comparar o desempenho da fase inicial com o da fase final de aquisição, é necessário recorrer ao desempenho em testes de aprendizagem, isto é, retenção e/ou transferência¹⁴.

Em nosso estudo, para analisar o desempenho na fase de retenção, foi realizada a comparação entre o bloco final da aquisição (A4) e o da retenção (R). Não houve nenhum efeito ou interação para Blocos, indicando que os valores de melhora do desempenho foram mantidos. Já na fase de transferência, que compreende a prática da tarefa, mas com algum diferencial caracterizado neste estudo por um labirinto com trajeto oposto ao da aquisição, houve piora na execução da tarefa com aumento do tempo de movimento em comparação com o desempenho apresentado na retenção e no final da fase de aquisição. Portanto, houve melhora do desempenho na execução da tarefa na aquisição e na retenção, mas não foi consolidada na fase de transferência.

A piora de desempenho na transferência pode ser devida à pouca repetição realizada na aquisição (pouco tempo de adaptabilidade na tarefa virtual no celular). Monteiro et al.⁴ analisaram o processo de aprendizagem motora em crianças com PC por meio de uma tarefa de labirinto no computador (não virtual); as pessoas tinham como objetivo cumprir uma tarefa de labirinto o mais rapidamente possível utilizando as setas de “acima”, “abaixo”, “lateral direita” e “lateral esquerda”, nas fases de aquisição, retenção e transferência. Os autores verificaram diminuição significativa do tempo de execução da tarefa entre o primeiro e o último bloco da aquisição e manutenção desses valores na transferência. Provavelmente em indivíduos com PC, com a prática da tarefa no computador, ocorrem menos movimentos desnecessários e, consequentemente, otimização de energia e tempo de realização da tarefa, fazendo com que a sequência de movimentos ganhe progressivamente fluência e harmonia⁴.

No entanto, ao realizar a tarefa de labirinto virtual que necessitava movimentos da mão, pode-se especular que o *feedback* não foi suficiente para possibilitar aprendizagem com transferência da tarefa. Hemayattalab

e Rostami²² investigaram que *feedback* adequado pode auxiliar em tarefa de aprendizagem motora na PC. Para tanto, utilizaram a frequência do conhecimento dos resultados sobre a aprendizagem do lançamento de dardos em pessoas com PC, sendo que os resultados demonstraram capacidade de aquisição e manutenção de uma nova habilidade motora sob a condição de fornecimento adequado de *feedback*.

Outros estudos têm avaliado a aprendizagem motora em pessoas com PC, utilizando diferentes tarefas. Chen et al.¹⁷ analisaram quatro crianças com PC em um programa de realidade virtual individualizado, duas horas por semana, durante um período de quatro semanas. Durante a intervenção, as crianças usavam uma luva com sensores para criar movimentos em um ambiente virtual tridimensional. Após a intervenção, três crianças apresentaram mudanças pequenas, mas significativas, no alcance cinemático, que se mantiveram (parcialmente) por quatro semanas após a intervenção.

Reid¹⁶ realizou um estudo-piloto com quatro crianças com PC, submetidas à intervenção com RV, e avaliou os resultados da intervenção com testes de função de membros superiores e acurácia nos jogos. Duas das quatro crianças avaliadas apresentaram bons resultados nos quesitos avaliados, e comentários positivos foram registrados pelos participantes, que revelaram altos índices de motivação, interesse, prazer e a oportunidade de ingressar em atividades nunca praticadas antes. Esse estudo direciona para a viabilidade do uso da intervenção baseada em RV no processo de reabilitação em crianças com PC.

Também avaliando o uso da RV na intervenção em PC, Silva et al.²³ e depois Monteiro et al.²⁴ submeteram pessoas com PC a um protocolo de aprendizagem motora por meio de tarefa de *timing* coincidente realizada em computador e verificaram que os indivíduos com PC apresentaram melhora de desempenho, observada por meio da diminuição do tempo e do aumento do número de acertos.

O uso de RV como estratégia de intervenção clínica em PC também tem mostrado resultados interessantes em outros estudos, usando-se diferentes equipamentos e protocolos de intervenção. Considerando o uso da RV em pessoas com PC, foram examinados os efeitos de um programa de treinamento intensivo de RV no equilíbrio funcional e mobilidade em quatro adolescentes com PC. Durante a intervenção, os participantes interagiram 90 minutos durante cinco dias consecutivos com diferentes tarefas virtuais que foram ajustadas para cada pessoa, considerando-se a complexidade. No equilíbrio dinâmico, por exemplo, os participantes foram desafiados com transferências de peso em pé, obrigando-os a executar diferentes tarefas com mudanças de distância de objetos

(perto e distante) ou mudanças de posição (agachar ou pular). Verificou-se que, entre os participantes, a prática em ambiente virtual melhorou o equilíbrio funcional, ou melhoras que permaneceram consistentes até um mês pós-treinamento¹³.

Rieckmann e Bäckman²⁵ e Orban et al.²⁶ optaram por investigar a aprendizagem em pessoas com PC por meio de mudanças em estruturas neuronais (via exames de neuroimagem) e verificaram a ocorrência da aprendizagem sob o ponto de vista neural, detectando ativação em áreas corticais e correlações entre a *performance* na execução de tarefas motoras e a atividade cerebral em diferentes áreas encefálicas.

Uma vantagem prática da utilização de celulares é que as pessoas com deficiência física podem praticar o jogo em qualquer local, sozinha ou interagindo com outros jogadores¹⁰. Outra característica interessante é a motivação oferecida por jogos eletrônicos, que são considerados, além de terapia, uma atividade recreativa. Para pesquisas e acompanhamento de desempenho, os detalhes de desempenho imediatos oferecidos por meio de áudio e vídeo fornecem informações precisas do progresso do indivíduo¹⁰.

Muitos trabalhos são realizados para promover melhora nas capacidades motoras e possibilitar maior independência e interação social em pessoas com limitações físicas. Nesse contexto, novas tecnologias que ofereçam essas oportunidades e sejam acessíveis e de relativo baixo custo como, por exemplo, os celulares, constituem um importante facilitador que deve ser mais explorado em pesquisas de forma a contribuir de maneira positiva com a população e com os profissionais envolvidos na reabilitação.

Em suma, verificou-se que, na a tarefa de labirinto no celular, houve melhora de desempenho na fase de aquisição e manutenção dessa melhora na fase de retenção, porém piora do desempenho foi verificada na fase de transferência, indicando que os indivíduos com PC apresentaram melhora do desempenho, mas que não houve manutenção desse resultado. Provavelmente, o número de tentativas deva ser maior para ocorrer adaptação da tarefa em telefone móvel para pessoas com PC.

REFERÊNCIAS

1. Bax M, Goldstein M, Rosenbaum P, Leviton A, Paneth N, Dan B et al. Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Dev Med Child Neurol*. 2005; 47(8):571-6.

2. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl.* 2007; 109:8-14.
3. Charles J, Gordon AM. Development of hand-arm bimanual intensive training (HABIT) for improving bimanual coordination in children with hemiplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2006; 48(11):931-6.
4. Monteiro CBM, Jakabi CM, Palma GCS, Torriani-Pasin C, Meira Junior CM. Aprendizagem motora em crianças com paralisia cerebral. *Rev Bras Cresc Desenv Hum.* 2010; 20(2):250-62.
5. Barton GJ, Hawken MB, Foster RJ, Holmes G, Butler PB. The effects of virtual reality game training on trunk to pelvis coupling in a child with cerebral palsy. *J Neuroeng Rehabil.* 2013; 10:15.
6. Burdea GC, Cioi D, Kale A, Janes WE, Ross SA, Engsberg JR. Robotics and gaming to improve ankle strength, motor control, and function in children with cerebral palsy--a case study series. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng.* 2013; 21(2):165-73.
7. Mitchell L, Ziviani J, Oftedal S, Boyd R. The effect of virtual reality interventions on physical activity in children and adolescents with early brain injuries including cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2012; 54(7):667-71.
8. Riener R, Dislaki E, Keller U, Koenig A, Van Hedel H, Nagle A. Virtual reality aided training of combined arm and leg movements of children with CP. *Stud Health Technol Inform.* 2013; 184:349-55.
9. Domellof E, Rosblad B, Ronnqvist L. Impairment severity selectively affects the control of proximal and distal components of reaching movements in children with hemiplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2009; 51(10):807-16.
10. Hurkmans HL, van den Berg-Emons RJ, Stam HJ. Energy expenditure in adults with cerebral palsy playing Wii Sports. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010; 91(10):1577-81.
11. Vissers M, van den Berg-Emons R, Sluis T, Bergen M, Stam H, Bussmann H. Barriers to and facilitators of everyday physical activity in persons with a spinal cord injury after discharge from the rehabilitation centre. *J Rehabil Med.* 2008; 40(6):461-7.
12. Huber M, Rabin B, Docan C, Burdea GC, AbdelBaky M, Golomb MR. Feasibility of modified remotely monitored in-home gaming technology for improving hand function in adolescents with cerebral palsy. *IEEE Trans Inf Technol Biomed.* 2010; 14(2):526-34.
13. 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.
14. Ron-Angevin R, Diaz-Estrella A. Brain-computer interface: changes in performance using virtual reality techniques. *Neurosci Lett.* 2009; 449(2):123-7.
15. Marchal-Crespo L, Furumasa J, Reinkensmeyer DJ. A robotic wheelchair trainer: design overview and a feasibility study. *J Neuroeng Rehabil.* 2010; 7:40.
16. Reid DT. The use of virtual reality to improve upper-extremity efficiency skills in children with cerebral palsy: a pilot study. *Technol Disabil.* 2002; 14(2):53-61.
17. Chen YP, Kang LJ, Chuang TY, Doong JL, Lee SJ, Tsai MW et al. Use of virtual reality to improve upper-extremity control in children with cerebral palsy: a single-subject design. *Phys Ther.* 2007; 87(11):1441-57.
18. 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.
19. Souza D, França F, Campos T. Teste de labirinto: instrumento de análise na aquisição de uma habilidade motora. *Rev Bras Fisioter.* 2006; 10(3):355-60.
20. Lee TD, Wishart LR. Motor learning conundrums (and possible solutions). *Quest.* 2005; 57(1):67-78.
21. Gagliardi C, Tavano A, Turconi AC, Pozzoli U, Borgatti R. Sequence learning in cerebral palsy. *Pediatr Neurol.* 2011; 44(3):207-13.
22. Hemayattalab R, Rostami LR. Effects of frequency of feedback on the learning of motor skill in individuals with cerebral palsy. *Res Dev Disabil.* 2010; 31(1):212-7.
23. Silva TD, Monteiro CBM, Hasue RH, Moura MCDS, Corrêa AGD, Ficheman IK et al. Aprendizagem motora em tarefa virtual na paralisia cerebral. *Temas Desenvolv.* 2013; 19(104):47-53.
24. Monteiro CBM, Massetti T, Silva TD, van der Kamp J, Abreu LC, Leone C et al. Transfer of motor learning from virtual to natural environments in individuals with cerebral palsy. *Res Dev Disabil.* 2014; 35(10):2430-7.
25. Rieckmann A, Backman L. Implicit learning in aging: extant patterns and new directions. *Neuropsychol Rev.* 2009; 19(4):490-503.
26. Orban P, Peigneux P, Lungu O, Albouy G, Breton E, Laberrenne F et al. The multifaceted nature of the relationship between performance and brain activity in motor sequence learning. *Neuroimage.* 2010; 49(1):694-702.