

JOGOS VIRTUAIS COMO RECURSO TERAPÊUTICO NO ESTÍMULO DE FUNÇÕES MANUAIS

VIRTUAL GAMES AS THERAPEUTIC RESOURCE IN THE STIMULUS MANUAL FUNCTIONS

JUEGOS VIRTUALES COMO UN AGENTE TERAPÉUTICO DE RECURSOS EN FUNCIÓN DE ESTÍMULO MANO

Liliane Cardeal

Universidade Presbiteriana Mackenzie

Mariana Muñoz

Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa Albert Einstein

Aline Bernardes de Souza

Universidade Presbiteriana Mackenzie

Paulo Batista Lopes

Universidade Presbiteriana Mackenzie

Raquel Cymrot

Universidade Presbiteriana Mackenzie

Silvana Maria Blascovi-Assis

Universidade Presbiteriana Mackenzie

RESUMO

Introdução: Algumas doenças incapacitantes trazem como seqüela a disfunção de atividades de coordenação e destreza manual. A mão humana apresenta habilidades únicas como o controle da força e precisão durante uma tarefa, conferindo destreza para a realização de atividades diversas que favorecem a independência na realização de funções no dia-a-dia. **Objetivo:** Este estudo buscou averiguar o efeito da prática de jogos virtuais na destreza motora, força de preensão manual e aceleração do movimento de arremesso em dois pacientes com disfunções manuais. **Métodos:** Os sujeitos foram avaliados antes e após o programa de atividades pelo Teste Caixa e Blocos, dinamômetro manual Jamar® e acelerômetro e pela preferência manual lateral, através do teste de Negrine na primeira sessão. A intervenção ocorreu com a prática de jogos virtuais em sessões semanais de 30 minutos, durante dois meses. **Resultados:** Os dados demonstraram diferenças estatísticas para o participante 1 na mão não preferida nos testes de destreza e aceleração e para participante 2 nas mãos preferida e não preferida nos testes de força e destreza e aceleração. **Conclusão:** Este achado sugere que a prática do jogo de arremesso pode auxiliar no ganho de força e destreza e no controle da aceleração do movimento.

Palavras-Chave: destreza motora, força da mão, acelerometria, jogos de vídeo.

ABSTRACT

Introduction: Some disabling diseases bring sequel as the coordination activities of dysfunction and manual dexterity. The human hand has unique skills as the control of power and precision during a task, providing dexterity to perform various activities that promote independence in carrying out functions on a day-to-day. **Objective:** This study to investigate the effect of the practice of virtual games in dexterity, hand strength than acceleration of the throwing motion in two patients with neurological disorders of the upper limbs. **Methods:** The subjects were evaluated before and after the program of activities for the Box and Blocks Test, manual dynamometer Jamar® and accelerometer and the preference side manual through Negrine Test in the first session. The intervention occurred with the practice of virtual games in weekly sessions of 30 minutes, during two months. **Main Results:** These showed statistical differences to subject 1 on hand not preferred in dexterity and acceleration test and to subject 2 in the preferred hand and not preferred in the strength, skill and acceleration test. **Conclusion:** This finding suggests that the practice of throwing game can help to gain strength hand dexterity and control the movement of the acceleration.

Keywords: motor skills, hand strength, accelerometry, videogames.

RESUMEN

Introducción: Algunas enfermedades discapacitantes dejan como secuela la disfunción de las actividades de coordinación y destreza manual. La mano humana tiene habilidades únicas como control de fuerza y precisión en una

tarea, proporcionando la destreza para realizar diversas actividades que promueven la independencia em El desempeño de funciones en el día a día. Objetivo: Investigar El efecto de la práctica de juegos virtuales em la destreza motora, la fuerza de prensión de mano de la aceleración Del movimiento de lanzamiento em los pacientes com disfunción manual. Métodos: Se evaluó a los participantes y después del programa de atividades, através de la prueba de Cajas y Bloques; del dinamómetro manual Jamar®; del acelerómetro. La preference manual se evaluó com el teste de Negrine em la primera sesión. La intervención se llevó a cabo con la práctica de los juegos virtuales em sesiones semanales de 30 minutos durante dos meses. Resultados principales: Los datos mostraron diferencias estadísticas con el sujeto 1 em la mano no hábil em pruebas de destreza y aceleración y em el sujeto 2 em la mano hábil y no hábil em las pruebas de fuerza, habilidad y aceleración. Conclusión: Este estudio sugiere que la práctica de juego de lanzamiento puede ayudar em la obtención de fuerza, destreza y em el control de la aceleración del movimiento.

Palabras clave: destreza motora, fuerza de la mano, acelerometría, juegos de video.

1 – INTRODUÇÃO

A mão desempenha inúmeras funções apresentando características únicas de habilidades como o controle da força e precisão durante uma tarefa, o transporte, a manipulação e a prensão de objetos, recebendo auxílio do membro superior no alcance de objetos, posicionando-a voluntariamente no espaço em direção ao alvo específico (LIMA; NASCIMENTO; TEIXEIRA-SALMELA, 2010). As funções exercidas pela mão podem ser modificadas ou aprimoradas de acordo com as necessidades individuais. Assim, além de ter importância no que se refere às atividades funcionais de um indivíduo, o uso das mãos pode ser considerado como um meio de integração social (GUIMARÃES; BLASCOVI-ASSIS, 2012; SOUZA; CYMROT; VIANNA; CAROMANO; BLASCOVI-ASSIS, 2012; OKU; PINHEIRO; ARAÚJO, 2009).

Perdas funcionais decorrentes de alterações no sistema nervoso central podem acarretar graves disfunções do controle neural e diminuição da eficiência nas sequências temporais de sinergias musculares (UMPHRED, 2009), interferindo na execução das habilidades manuais.

A função manual pode ser mensurada pela capacidade do seu desempenho, em habilidade motora grossa e fina, destreza manual, realização de atividades da vida diária (prática e laboral) e atividades uni e bimanuais (ARAÚJO, 2006). Os métodos e instrumentos de avaliação foram criados exatamente para detectar disfunções objetivas como problemas físicos ou subjetivos como dor, modificações psicológicas e psicossomáticas. A avaliação da destreza manual

visa fornecer dados sobre velocidade e acuidade no uso das mãos assim como a evolução desta habilidade após o tratamento (ELUI; FONSECA, 2003). Esta refere-se à capacidade de executar habilidosamente os movimentos bem orientados da mão e do braço na manipulação de objetos pequenos, envolvendo basicamente os dedos (MAGILL, 2000).

Já a força de prensão manual pode ser utilizada como um indicador de desenvolvimento da coordenação, do diagnóstico de disfunções neurológicas relacionadas à aprendizagem motora e percepção, do processo de reabilitação e do estabelecimento dos padrões suportáveis de aplicação ou sustentação de cargas (PRIOSTI; GERMANO; BLASCOVI-ASSIS, 2012).

Entre os inúmeros recursos terapêuticos há a reabilitação virtual (RV) que gera oportunidades de vivência de diversas situações de aprendizado motor, de maneira individualizada e prazerosa, baseando-se no uso de jogos e ambientes virtuais para viabilizar o desempenho funcional (MONTEIRO, 2011). Seus benefícios incluem as correções da postura e do equilíbrio, o aumento da capacidade de locomoção, da amplitude de movimento dos membros superiores e inferiores além da motivação do paciente (MERIANS; TILBERY; MOREIRA; CRUZ, 2010).

O Nintendo® Wii Sports se caracteriza por se um dos principais jogos virtuais que faz uso de Wii Remote para medir os movimentos da mão e captar os movimentos realizados pelo usuário ao movê-lo por meio de três acelerômetros, a câmera infravermelha, o sistema de vibração e um pequeno alto-falante que emite sons mais

simples e próximos (FRITZ-WALTER; JONES; TJONDRONEGORO, 2008).

Assim, os movimentos físicos do usuário são refletidos na projeção de modo que sejam semelhantes aos movimentos virtuais empreendidos no plano material como se o personagem, do lado de “dentro” do jogo tivesse as mesmas reações ou ações parecidas com as da pessoa que está portando o Wii Remote (MONTEIRO, 2011).

Esses movimentos exigidos pelos jogos podem ser avaliados através de diferentes instrumentos como o uso dos testes de força, destreza e acelerômetro. O acelerômetro é um sensor capaz de medir a aceleração dos corpos calculando qualquer força exercida sobre ele (MORRIS, 1973).

Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar o efeito da prática de jogos virtuais na destreza motora, força de preensão manual e aceleração do movimento de arremesso em de pacientes com disfunções neurológicas de membros superiores durante a prática do jogo de boliche do videogame Nintendo® Wii.

2 – MÉTODO

Este estudo caracteriza-se com estudo de caso descritivo e comparativo, com amostra intencional. Participaram dois sujeitos com alterações neuromotoras atendidos no setor de neurologia de uma clínica universitária selecionados com os seguintes critérios de inclusão: apresentar nível cognitivo que permitisse compreensão de regras básicas dos jogos a ser praticado, ter comprometimento da função motora em membros superiores de origem neurológica e possuir movimentação suficiente que viabilizasse o manuseio do controle remoto do Nintendo® Wii. O critério de exclusão foi a frequência inferior a 80% das sessões de terapia propostas com prática dos jogos de arremesso. A coleta dos dados foi realizada na Clínica-escola do curso de Fisioterapia de uma Universidade Comunitária da Região Metropolitana de São Paulo, em sala preparada para avaliação inicial e final e para o uso do videogame durante o programa de

intervenção. Os participantes e/ou seus responsáveis legais foram orientados sobre todos os procedimentos realizados de acordo com os princípios éticos contidos na Declaração de Helsinki (2000) e receberam a Carta de Informação ao Sujeito de Pesquisa e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido após a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob CAAE 14116513.9.0000.0084 com número de parecer 247.337.

Foram propostas inicialmente dez sessões para a prática dos jogos. Os pacientes foram avaliados antes da primeira e após a última sessão de intervenção. As avaliações foram realizadas com a utilização dos instrumentos: a) Teste de Caixa e Blocos (TCB); b) Dinamômetro manual Jamar® e c) Acelerômetro do tipo capacitivo acoplado em região de punho para avaliação da velocidade do movimento, console do Nintendo® Wii, um notebook, um monitor de TV e software para análise dos dados. Os sensores para uso do acelerômetro foram cedidos pela empresa Freescale e os dispositivos de comunicação sem fio foram disponibilizados pela Texas Instruments. Antes das avaliações foi realizado o teste de Negrine (NEGRINE, 1986) para avaliação da preferência lateral manual.

Para a avaliação da destreza manual, aplicou-se o TCB, em ambiente silencioso, com o participante sentado numa cadeira adequada à sua altura. As instruções foram seguidas conforme recomendação dos autores para o teste (MATHIOWETZ; VOLLAND; KASHMAN; WEBER, 1985). A caixa foi colocada horizontalmente à sua frente, para garantir visão total da área. O teste foi repetido cinco vezes com ambas as mãos (direita e esquerda).

Para o teste de força de preensão manual, realizado com o dinamômetro Jamar®, o paciente permaneceu sentado, com os pés apoiados no chão e flexão de joelhos e quadril a 90°. O ombro permaneceu aduzido junto ao tronco, o cotovelo a 90° com antebraço em posição neutra sem desvios, enquanto o pesquisador sustentava o dinamômetro. Cinco repetições com ambas as mãos foram solicitadas, havendo um intervalo de um minuto entre uma

tentativa e outra.

Os dados foram coletados a partir da colocação da placa com o acelerômetro em ponto articular estratégico para captação das medidas durante o uso do Nintendo® Wii, equipamento composto por um console que inclui “games” para jogos virtuais. Foram coletadas as medidas de aceleração de movimento de membros superiores com fixação do acelerômetro na região do punho utilizando bandagem elástica e fita de velcro durante o primeiro movimento de arremesso.

O jogo selecionado para este estudo, no momento da coleta de dados, foi o boliche. As seguintes orientações foram dadas para a prática do jogo: “Você deverá derrubar o número máximo de garrafas, segurando o botão B e soltá-lo quando lançar a bola. O botão A será utilizado para ativar o início de um novo jogo” Explicações mais detalhadas foram sendo feitas conforme a necessidade de cada participante para a compreensão da atividade.

O ambiente foi organizado com um monitor de TV de 26 polegadas e o paciente foi posicionado sentado, em cadeira adaptada à sua altura, com apoio nos pés, a uma distância de aproximadamente 2 m da TV.

Após a primeira avaliação dos pacientes os mesmos foram convidados a participar de um programa de intervenção de dez sessões, com prática de jogos de arremesso que poderiam ser: boliche, tênis, golfe ou baseball. As sessões tiveram duração de 30 minutos e foram agendadas na frequência de uma ou duas vezes por semana, de acordo com a disponibilidade do paciente.

Os dados foram analisados a partir da leitura do software programado para o estudo, em parceria com a Escola de Engenharia. Foram analisadas as medidas de pico máximo de aceleração antes e após a intervenção realizada para comparação de desempenho nos membros dominante e não dominante por meio do software MATLAB. Para a análise estatística foi utilizado o teste de Mann-Whitney do Programa Minitab (CARROGI-VIANNA; LOPES; JESUS; YAZAKI; CYMROT; OBERG; BLASCOVI-ASSIS,

2014).

Estes são apresentados de forma individual a seguir, com a caracterização de cada participante e os resultados tratados estatisticamente.

Paciente 1 (P1): Sexo masculino, 8 anos, estudante, com hipótese clínica de ataxia e diagnóstico fisioterapêutico de tetraparesia flácida com hiper mobilidade articular. Independente para atividade de vida diária, deambula sem auxílio de dispositivos para marcha, necessitando de apoio em situação de desequilíbrio. Apresenta dominância manual direita de acordo com o teste de dominância lateral de Negrine. Participou das oito das dez sessões propostas.

Os resultados de P1, calculados pelo teste de Mann-Whitney, com nível de significância de 0,05, não demonstraram diferenças significativas das medidas iniciais e finais para a força, ou seja, para Força Direita Inicial (FDI) e Força Direita Final (FDF) obteve-se o valor de $p = 1,000$ e para FEF (Força Esquerda Inicial) e FEF (Força Esquerda Final) o valor de $p = 0,4173$. Para a destreza manual observou-se significância nos resultados para mão esquerda (mão não preferida, conforme teste de Negrine), com valor de $p = 0,0051$, sendo maiores os resultados nas medições realizadas após o treinamento. Para destreza inicial e final em mão direita não houve resultado significativo, com $p = 0,4584$.

A avaliação da aceleração foi realizada considerando-se o pico máximo de aceleração durante o movimento do primeiro arremesso no jogo de boliche. Na estatística descritiva os valores obtidos apresentaram média máxima de aceleração inicial de $14,011 \text{ m/s}^2$ e final de $10,56 \text{ m/s}^2$ para membro superior direito (MSD) e média de aceleração máxima de $19,93 \text{ m/s}^2$ e final de $13,16 \text{ m/s}^2$ para membro superior esquerdo (MSE). Diferenças das medidas iniciais e finais foram significativas apenas para o MSE ($p = 0,0080$), havendo diminuição da aceleração, sendo o valor de $p = 0,0942$ para o MSD.

Observa-se que as diferenças estatísticas para P1 ocorreram para mão não preferida (esquerda) nos testes de destreza (aumento no score de

desempenho) e aceleração (diminuição da aceleração).

Paciente 2 (P2): Sexo feminino, 39 anos, dona de casa, com o diagnóstico clínico de Ataxia de Friedreich e fisioterapêutico de tetraparesia espástica. Semi-dependente para atividades de vida diária necessita de apoio unilateral ou andador para deambulação. No teste de dominância lateral de Negrine o resultado demonstrou dominância manual direita de 100%. Apesar da incoordenação a paciente realizou a prática de jogos virtuais de forma concentrada e entusiasmada. Participou de oito das dez sessões propostas.

Os resultados dos testes de destreza e força manual para P2 demonstraram diferenças significativas na comparação dos valores das medianas do início e final do tratamento, ou seja, para força, com $p=0,0043$ para diferença entre FDI e FDF, e $p=0,0050$ para comparação de FEI e FEF. Na destreza obteve-se $p=0,0118$ para comparação entre DDI e DDF e $p=0,0075$ para

DEI e DEF.

A avaliação da aceleração foi realizada considerando-se o pico máximo de aceleração durante o movimento do primeiro arremesso no jogo de boliche. Na estatística descritiva os valores obtidos de média de aceleração máxima foi de 27,86 m/s² inicial e final de 19,96 m/s² para MSD e média de aceleração máxima de 22,72 m/s² inicial e final de 14,32 m/s² para MSE.

Diferenças das medidas iniciais e finais foram significantes para o MSD ($p = 0,0211$) e para o MSE ($p = 0,0452$), tendo nos dois casos as medidas finais resultados menores.

Observa-se que as diferenças estatísticas para P2 ocorreram para mão preferida e não preferida nos testes de força e destreza (aumento no escore de desempenho) e, aceleração (diminuição da aceleração). A Tabela 1, abaixo, destaca para P1 e P2 os resultados significantes.

Tabela 1. Níveis descritivos para os testes de diferença de médias iniciais e finais para P1 e P2

	Força Mão D	Força Mão E	Destreza Mão D	Destreza Mão E	Aceleração Mão D	Aceleração Mão E
P1	1,000	0,4173	0,4584	0,0051*	0,0942	0,0080*
P2	0,0043*	0,0050*	0,0118*	0,0075*	0,0211*	0,0452*

*valores de significância estatística

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados aqui apresentados demonstram variação no desempenho entre os sujeitos para as variáveis de força, destreza e aceleração do movimento. Ambos evidenciaram redução da aceleração do movimento na reavaliação, P1 apresentou diferenças estatísticas significantes em MSE para destreza manual e aceleração e P2, em MSD e MSE, para força e destreza manual. Este achado sugere que a prática do jogo de arremesso pode auxiliar no ganho de força e destreza manual e no controle da aceleração do movimento para atingir um alvo, já que o jogo de boliche exige coordenação visomotora e precisão de movimentos e não apenas a velocidade do movimento.

Alguns autores (LIMA; NASCIMENTO; TEIXEIRA-SALMELA, 2010) consideram que a coordenação da velocidade, ou da aceleração, pode ser um indicativo da estabilidade do movimento de alcance, relacionada ao aprendizado do controle e diminuição da velocidade de movimento para o desenvolvimento de estratégias que considerem esse controle como um método para a escolha das melhores trajetórias do movimento.

Entre os participantes não se observou mudanças no desempenho da aceleração do movimento, durante a atividade praticada, relacionada à preferência lateral dos participantes. Apesar de não ter se encontrado dados na literatura que correlacionassem a influência da dominância

lateral e a aceleração do movimento, estudos com pessoas com síndrome de Down, Encefalopatia crônica não progressiva da infância e autismo não demonstraram influência da preferência manual nos resultados sobre as avaliações de força e destreza manual sugerindo que a lateralidade pode não influenciar algumas habilidades manuais (GUIMARÃES; BLASCOVI-ASSIS; MACEDO, 2012; GOLUBOVIC; SLAVKOVIC; KALABA, 2013).

A utilização de jogos como estratégia terapêutica têm mostrado resultados positivos principalmente no tratamento em crianças com diferentes patologias, contudo poucos estudos demonstram a possibilidade de uso dos equipamentos de jogos virtuais como opção para avaliação do movimento (WHITALL; McCOMBE; SILVER; MACKO, 2000).

Ainda são frequentes as comparações entre as terapias tradicionais e terapias virtuais para a reabilitação de pacientes com diagnóstico de doenças neurológicas ou neuromusculares, levando em conta os estímulos cognitivos e motores. Os pacientes aqui avaliados demonstraram facilidade e domínio sobre a atividade assim como já observado em outro estudo (HIGASHI; YAMAKOSHI; FUJIMOTO; SEKINE; TAMURA, 2008), que relatou grande capacidade das crianças de descobrir como manusear o controle remoto sem qualquer explicação prévia, embora alguns movimentos de maior complexidade ou que exigissem um determinado aumento na velocidade do movimento tenham levado um tempo maior para a aprendizagem.

Embora as novas tecnologias possam oferecer vantagens sobre os recursos tradicionalmente utilizados pela Fisioterapia, é preciso haver discussões sobre qual seria a melhor estratégia para o planejamento terapêutico de cada tipo de paciente. No presente estudo observou-se grande interesse por parte dos pacientes envolvidos. Alguns autores (MONTEIRO, 2011; MERIANS; TILBERY; MOREIRA; CRUZ, 2010) destacam pontos favoráveis ao uso do Wii, tais como o aspecto lúdico e o fator motivacional para os que

participam de propostas terapêuticas virtuais.

Os resultados desses estudos sugerem que as novas tecnologias em reabilitação devem ser avaliadas para cada grupo específico e que as decisões de implementação devem levar em conta os fatores que, de fato, motivam a participação e o bom desempenho do paciente.

Deve-se levar em conta também os objetivos para cada caso. Isto pode significar que nem sempre a reabilitação virtual, por motivar a participação dos sujeitos e ser aparentemente agradável para as crianças, é a melhor opção para atingir as metas terapêuticas (HOWCROFT; KLEJMAN; FEHLINGS; WRIGHT; ZABJEK; ANDREJSEK; BIDDISS, 2012).

Resultados semelhantes aos da coleta apresentada foi observada em um estudo piloto (GUIDI; GIOVANNELLI; PACI, 2012) demonstrou resultados com relatos de que o feedback visual do Wii Balance Board Nintendo™ usado como terapia em pacientes com doenças neurológicas, auxiliando assim à aderência dos voluntários.

Embora o presente estudo tenha contado com um número pequeno de sessões de intervenção, foi possível observar os efeitos da prática virtual de jogos de vídeo game. A utilização do Nintendo™ Wii como instrumento de reabilitação revela-se promissora para a área como prediz a literatura (SOUZA, 2011). O número restrito de estudos sugere a realização de outras pesquisas científicas envolvendo estudos de caso e tratamentos em grupo de modo que seja possível alcançar resultados significativos relacionados à reabilitação motora.

Os benefícios no uso do Play Station 3 na reabilitação de dois pacientes pediátricos com hemiplegia devido à paralisia cerebral ou traumatismo crânio-encefálico foi constatado através de um estudo que, após 14 meses da intervenção, a avaliação demonstrou que o paciente obteve uma boa retenção em termos de força de preensão, função manual e saúde óssea. Além disso, observou que as intervenções mais longas são facilitadas se o treinamento é fornecido na casa do paciente pelo acesso mais

fácil aos cuidados e impacto reduzido sobre as atividades escolares ou de trabalho (BURDEA; JAIN; RABIN; GOLOMB, 2011).

A melhora da habilidade motora de pessoas com seqüela pós- acidente vascular encefálico, com idade média de 58 anos, após passarem por um treinamento de oito sessões de terapia por realidade virtual que simulava tarefas complexas, integrando movimentos nas articulações do ombro, cotovelo, punho e metacarpo-falangeanas foi verificada em um estudo anterior (MERIANS; TILBERY; MOREIRA; CRUZ, 2010). Neste presente estudo, foi possível observar mudanças no desempenho para P1 e P2 também após oito sessões, porém este número pode ser considerado pequeno para a obtenção de resultados mais efetivos quando comparado a outros estudos descritos na literatura.

Alguns cuidados devem ser tomados com o uso do Nintendo® Wii como instrumento de reabilitação e alguns autores sugerem a presença de um profissional da saúde capacitado para auxiliar durante utilização do recurso a fim de aperfeiçoar o tratamento e prevenir a ocorrência de lesões e quedas (PEEK; IBRAHIM; ABUNASRA; WALLER; NATARAJAN, 2008; HIRPARA; ABOUZZA, 2008).

Contudo, os benefícios dos jogos virtuais em pacientes neurológicos podem exercer influência positiva no desempenho de habilidades motoras específicas, bem como na motivação desses pacientes para adesão ao tratamento.

4 - CONCLUSÃO

Os dados apresentados sugerem que a prática supervisionada de jogos virtuais de arremesso pode promover melhor desempenho de funções manuais, como o ganho de força, as atividades de destreza e o controle da aceleração do movimento em pessoas que apresentem comprometimento da função motora em membros superiores. Contudo, outros estudos devem ser realizados para que a compreensão desses benefícios possa ser mais conhecida e discutida, uma vez que este estudo apresenta como limitação o reduzido número de participantes, tal como a literatura nacional e

estrangeira, que, em grande parte, refere-se aos estudos de caso ou de pequenos grupos na área da reabilitação virtual.

5 - REFERÊNCIAS

AMARAL, J. F.; MANCINI, M.; NOVO JÚNIOR, J. M. Comparação de três dinamômetros de preensão manual relacionados à exatidão e precisão das medidas. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v. 16, n. 3, p. 216-224, 2012.

ARAÚJO, P. M. P. Avaliação funcional. In: Freitas, P. P. Reabilitação da mão. São Paulo: Atheneu, 2006.

BURDEA, G. C.; JAIN, A.; RABIN, B.; PELLOSIE, R.; GOLOMB, M. Long-Term Hand Tele-Rehabilitation on the PlayStation 3: Benefits and Challenges. In: Annual International Conference of the IEEE EMBS, Boston, 33rd, August/September. 2011.

CARROGI-VIANNA, D.; LOPES, P. B.; JESUS, J.; YAZAKI, M.; CYMROT, R.; OBERG, T. D.; BLASCOVI-ASSIS, S. M. Analysis of movement acceleration of Downs syndrome teenagers playing computer games. In: IEEE 3rd International Conference on Serious Games and Applications for Health, SeGAH, Rio de Janeiro, 2014.

ELUI, V. M. C.; FONSECA, M. C.R. Destreza. In: ARAÚJO PMP (org.). Recomendação para a avaliação de Membro Superior. 1ª ed. São Paulo: Sociedade Brasileira de Terapeutas da Mão, 2003.

FRITZ- WALTER, Z.; JONES, S.; TJONDRONEGORO, D. Detecting gesture force peaks for intuitive interaction. In: Proceedings of the 5th Australasian Conference on Interactive Entertainment. Austrália: 2008, 475-83p.

GOLUBOVIC, S.; SLAVKOVIC, S.; KALABA, S. Hand manipulation skills in children with disabilities. *Developmental Medicine & Child Neurology*, v. 55, n. 42, 2013.

- GUIDI, I.; GIOVANNELLI, T.; PACI, M. Effects of Wii exercises on balance in people with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*, v.4, 2012.
- GUIMARÃES, R.; BLASCOVI-ASSIS, S. M. Uso do teste caixa e blocos na avaliação de destreza manual em crianças e jovens com síndrome de Down. *Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo*, v. 23, n. 1, p. 98-106, 2012.
- GUIMARÃES, R.; BLASCOVI-ASSIS, S. M.; MACEDO, E. C. Efeito da dominância lateral no desempenho da destreza manual em pessoas com síndrome de Down. *Acta Fisiátrica*, v. 19, n. 1, p. 6-10, 2012.
- HIGASHI, Y.; YAMAKOSHI, K.; FUJIMOTO, T.; SEKINE, M.; TAMURA, T. Quantitative Evaluation of Movement Using the Timed Up-and-Go Test Wii. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, p.38-46, 2008.
- HIRPARA, K. M.; ABOUZZA, O.A. The “Wii Knee”: a case of patellar dislocation secondary to computer video games. *Injury Extra*, v. 39, n. 3, p. 86-87, 2008.
- HOWCROFT, J.; KLEJMAN, S.; FEHLINGS, D.; WRIGHT, V.; ZABJEK, K.; ANDRYSEK, J.; BIDDISS, E. Active video game play in children with cerebral palsy: potential for physical activity promotion and rehabilitation therapies. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, v. 93, n.8, p. 1448-1456, 2012.
- LIMA, R. C. M.; NASCIMENTO, L. R.; TEIXEIRA-SALMELA, L. F. O movimento funcional de alcance em uma abordagem ecológica. *Fisioterapia e Pesquisa*, v. 17, n. 2, p. 184-189, 2010.
- MAGILL, R. A. Aprendizagem motora: conceitos e aplicações. São Paulo: Edgard Blucher, 2000.
- MATHIOWETZ, V.; VOLLAND, G.; KASHMAN, N.; WEBER, K. Adult Norms for the Box and Block Test of Manual Dexterity. *American Journal of Occupational Therapy*, v. 39, p. 386-391, 1985.
- MENDES, M. F.; TILBERY, C. P., MOREIRA, M. A.; CRUZ, A. M.B. Teste de destreza manual da caixa em blocos em indivíduos normais e em pacientes com esclerose múltipla. *Arquivos de Neuropsiquiatria*, v. 59, n. 4, p. 889-894, 2001.
- MERIANAS, F. G.; QIU, Q.; SALEH, S. L. I.; ADAMOVICH, S. V. Integrated arm and hand training using adaptative robotics and virtual reality simulations. In: Proceedings 8 th International Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Technologies – ICDVRAT. International Society for Virtual Rehabilitation, Viña del Mar/Valparaíso, 2010.
- MONTEIRO, C. B. M. Realidade Virtual na Paralisia Cerebral. 1ª ed. São Paulo: Plêiade, 2011, p. 67-84.
- MORRIS, J. R. W. Accelerometry-A Technique For The Measurement of Human Body Movements, 1973.
- NEGRINE, A. Educação psicomotora: A lateralidade e a orientação espacial. Porto Alegre: Pallotti, 1986.
- OKU, E. C.; PINHEIRO, G. R. C.; ARAÚJO, P. M. P. Instrumentos de avaliação funcional da mão em pacientes com artrite reumatoide. *Fisioterapia em movimento*, v. 22, n. 2, p. 221-228, 2009.
- PEEK, A. C.; IBRAHIM, T.; ABUNASRA, H.; WALLER, D.; NATARAJAN, R. White-out from a Wii: Traumatic haemothorax sustained playing Nintendo Wii. *Annals of The Royal College of Surgeons of England*, v. 90, n. 6, p. 9-10, 2008.
- PRIOSTI, P. A.; GERMANO, R.; BLASCOVI-ASSIS, S. M. Instrumentos de avaliação da força de preensão e destreza manual para crianças com síndrome de Down: Dinamometria e teste da caixa e blocos. In: D'ANTINO, M. E. F.; BRUNONI, D.; SCHWARTZMAN, J. S.(org.). Contribuições para a inclusão escolar de alunos com necessidades especiais: Estudos

interdisciplinares em educação e saúde no município de Barueri, SP. 1ª ed. São Paulo: Memnon Edições Científicas, 2012, p. 186-192.

SOUSA, F. Uma revisão bibliográfica sobre a utilização do Nintendo® Wii como instrumento terapêutico e seus fatores de risco. *Revista Espaço Acadêmico*, v. 123, p. 155-160, 2011.

Recebido em: 15/09/2016

Aceito em: 06/12/2016

SOUZA, A. B.; CYMROT, R.; VIANNA, D. L.; CAROMANO, F. A.; BLASCOVI-ASSIS, S. M. Síndrome de Down: Correlação entre o desempenho funcional com a força de preensão palmar e a destreza manual. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, v. 13, n.3, p. 223-227, 2012.

UMPHRED, D, A. Fundamentação teórica para a prática clínica. In: *Reabilitação Neurológica*. São Paulo: Editora Elsevier, 2009, 14-54p.

28. WHITALL, J.; MCCOMBE, S. M.; SILVER, K. H.; MACKO, R.F. Repetitive bilateral arm training with rhythmic auditory cueing improves motor function in chronic hemiparetic stroke. *Stroke*, v. 31, n. 10, p. 2390-2395, 2000.

HIRPARA, K. M.; ABOUAZZA, O. A. The “Wii Knee”: a case of patellar dislocation secondary to computer video games. *Injury Extra*, v. 39, n. 3, p. 86-87, 2008.