

Medidas de erros durante jogos de dardos virtual e real em pacientes com Acidente

Vascular Cerebral: implicações para reabilitação neurológica

**Error measurements during virtual and real darts in patients with stroke: implications
for neurological rehabilitation**

**Mediciones de error durante juegos de dardos virtuales y reales em pacientes com
accidente cerebrovascular: implicaciones para la rehabilitación neurológica**

Recebido: 19/08/2020 | Revisado: 29/08/2020 | Aceito: 01/09/2020 | Publicado: 02/09/2020

Sayara Cristina Batista da Cruz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4261-6044>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: sayaracristinabatista@gmail.com

Lorena Raquel Dantas de Macedo Borges

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8381-4418>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: lorennamacedo@gmail.com

Jacilda Oliveira dos Passos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5651-4065>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: jacilda_band@hotmail.com

Débora Carvalho de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1130-802X>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: debora_co@yahoo.com.br

Aline Braga Galvão Silveira Fernandes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7976-8009>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: linebraga.fisio@gmail.com

Tania Fernandes Campos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9906-3292>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: campostf@gmail.com

Resumo

Objetivo: Realizar uma análise comparativa de medidas de erros após o treino com jogos de dardos virtual e real. **Metodologia:** Participaram do estudo 15 pacientes com Acidente Vascular Cerebral (AVC) (10 homens) e 12 indivíduos saudáveis (7 homens). O jogo virtual utilizado foi o Kinect Sports do Xbox 360 Kinect®. Os participantes realizaram 15 tentativas em cada jogo. Foram calculados os erros absoluto (EA), constante (EC) e variável (EV). Os dados foram analisados pela ANOVA. **Resultados:** Quanto ao EA observou-se diferença significativa entre os pacientes e saudáveis no jogo virtual ($p=0,003$) e no jogo real ($p= 0,0001$). Também houve diferença do EA entre os jogos virtual e real para os pacientes ($p= 0,0001$). No EC não foi encontrada diferença significativa entre pacientes e saudáveis no jogo virtual ($p=0,355$) e no jogo real ($p= 0,544$). Também não houve diferença do EC entre os jogos virtual e real para os pacientes ($p= 0,452$). Pela análise do EV não foi verificada diferença significativa entre pacientes e saudáveis no jogo virtual ($p=0,406$), mas houve no jogo real ($p= 0,0001$). Não houve diferença significativa do EV entre os jogos virtual e real para os pacientes ($p= 0,579$). **Conclusão:** Os resultados encontrados indicaram que os pacientes tiveram menor precisão, maior consistência de erros e menor variabilidade do desempenho. O jogo virtual proporcionou melhores resultados para os pacientes em comparação ao jogo real, o que pode ser de significativa importância para o planejamento da reabilitação motora dos pacientes com AVC. **Palavras-chave:** Acidente Vascular Cerebral; Fisioterapia; Terapia de exposição à realidade virtual.

Abstract

Objective: Perform a comparative analysis of error measurements after training with virtual and real darts. **Methodology:** The study included 15 stroke patients (10 men) and 12 healthy individuals (7 men). The virtual game used was Kinect Sports on the Xbox 360 Kinect®. Participants made 15 attempts at each game. Absolute (AE), constant (CE) and variable (VE) errors were calculated. Data analysis was performed using ANOVA. **Results:** A significant difference was observed between patients and healthy people in the virtual game ($p = 0.003$) and in the real game ($p = 0.0001$) for AE. There was difference in AE between virtual and real games for patients ($p = 0.0001$). In the EC, no significant difference was found between patients and healthy in the virtual game ($p = 0.355$) and in the real game ($p = 0.544$). There was also no difference in EC between virtual and real games for patients ($p = 0.452$). Through the analysis of the EV, there was no significant difference between patients and healthy people in the virtual game ($p = 0.406$), but there was in the real game ($p = 0.0001$). There was no significant

difference in EV between virtual and real games for patients ($p = 0.579$). **Conclusion:** The results found indicated that the patients had less precision, greater consistency of errors and less variability in performance. The virtual game provided better results for patients compared to the real game, which can be of significant importance for the planning of motor rehabilitation of stroke patients.

Keywords: Stroke; Physiotherapy; Virtual reality exposure therapy.

Resumen

Objetivo: Realizar un análisis comparativo de las medidas de error después del entrenamiento con dardos virtuales y reales. **Metodología:** El estudio incluyó a 15 pacientes con accidente cerebrovascular (10 hombres) y 12 individuos sanos (7 hombres). El juego virtual utilizado fue Kinect Sports en Xbox 360 Kinect®. Los participantes hicieron 15 intentos en cada juego. Se calcularon errores absolutos (EA), constantes (EC) y variables (EV). El análisis de los datos se realizó mediante ANOVA. **Resultados:** En cuanto a la EA, se observó una diferencia significativa entre pacientes y personas sanas en el juego virtual ($p = 0,003$) y en el juego real ($p = 0,0001$). También hubo una diferencia en EA entre juegos virtuales y reales para pacientes ($p = 0,0001$). En la CE, no se encontraron diferencias significativas entre pacientes y personas sanas en el juego virtual ($p = 0.355$) y en el juego real ($p = 0.544$). Tampoco hubo diferencia en la CE entre los juegos virtuales y reales para los pacientes ($p = 0,452$). A través del análisis del EV, no hubo diferencia significativa entre pacientes y personas sanas en el juego virtual ($p = 0,406$), pero sí en el juego real ($p = 0,0001$). No hubo diferencias significativas en EV entre los juegos virtuales y reales para los pacientes ($p = 0,579$). **Conclusión:** Los resultados encontrados indicaron que los pacientes tenían menor precisión, mayor consistencia de errores y menor variabilidad en el desempeño. El juego virtual proporcionó mejores resultados para los pacientes en comparación con el juego real, lo que puede ser de gran importancia para la planificación de la rehabilitación motora de los pacientes con accidente cerebrovascular.

Palabras clave: Accidente cerebrovascular; Fisioterapia; Terapia de exposición a la realidad virtual.

1. Introdução

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é um comprometimento neurológico focal, e às vezes global, de ocorrência súbita e de origem vascular, que apresenta duração de mais de 24

horas e que pode levar a morte (World Health Organization, 2019). É uma doença que aos sobreviventes acarreta diversas sequelas motoras e funcionais com repercussões para suas famílias, bem como para os sistemas de saúde (Lee et al., 2015). De acordo com o tempo de duração da lesão cerebral, áreas atingidas, extensão da lesão e tipo de AVC, as sequelas poderão ser leves ou graves, temporárias ou permanentes (Briggs & O'Neill, 2016). Dessa forma, há uma grande necessidade de estimular o processo de aprendizagem de novas habilidades motoras, a fim de promover a reabilitação motora desses pacientes.

Observar como o paciente aprende, e quais fatores podem interferir na sua aprendizagem motora, é um procedimento essencial para a reabilitação neurológica. Uma das formas de avaliar a aprendizagem motora é através do desempenho motor (medidas de erros), analisando as mudanças que ocorrem sistematicamente ao longo da prática. A avaliação das medidas de erros é dividida em 3 formas: o Erro Absoluto (EA), o Erro Constante (EC) e o Erro Variável (EV). O EA é uma medida para avaliar a precisão do desempenho, contabilizando assim a quantidade de erros que o indivíduo apresenta durante a realização de uma tarefa motora que possui um alvo específico, e essa quantidade de erros independe da direção que o indivíduo erra. Por outro lado, o EC é uma medida de magnitude e direção do erro no desempenho da tarefa. Por isso, antes da realização da tarefa deve-se estabelecer valores positivos e negativos que representem a localização em que o erro poderá ocorrer. E o EV permite obter uma medida de variabilidade da resposta, o qual representa quanto o desempenho do indivíduo é variável em um conjunto de tentativas, ou seja, se os erros se distribuem ou não em diferentes localizações ou direções sem um padrão específico (Schmidt & Lee, 2016).

A análise das medidas de erros precisa ser investigada através da realidade virtual no processo de aprendizagem motora. A realidade virtual é uma tecnologia que permite uma interação em tempo real com o ambiente criado em 3D. As atividades realizadas em ambiente virtual são muitas vezes descritas como mais motivadoras, encorajando a prática de um alto número de repetições (Howard, 2017; Massetti et al., 2018). Esse tipo de abordagem vem sendo considerada como uma importante ferramenta para utilização em técnicas de reabilitação, principalmente por possibilitar o controle e adaptação da intervenção de acordo com os limites de cada paciente tratado (Soares et al., 2020).

Na literatura não foram encontrados estudos que analisassem as diferentes medidas de erros com jogos de realidade virtual em pacientes com AVC e que tivessem implicações clínicas para o planejamento de intervenções terapêuticas na reabilitação neurológica. Dessa forma, o estudo teve como objetivo fazer uma análise comparativa das medidas dos erros absoluto, constante e variável, durante a realização de jogos de dardos virtual e real, em pacientes com

AVC, a fim de determinar a importância de realizar diferentes medidas de avaliação do desempenho no processo de aprendizagem motora.

2. Metodologia

Caracterização da pesquisa

A pesquisa realizada foi um estudo transversal, de natureza quantitativa, a fim de realizar uma análise comparativa das medidas de desempenho motor em pacientes com AVC (Pereira et al., 2018).

Aspectos éticos

O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFRN, sendo respeitados os aspectos éticos da Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e aprovado através do parecer nº 978.349. A participação dos indivíduos na pesquisa foi de caráter voluntário, sem fins lucrativos. Após serem explicados os objetivos e procedimentos da pesquisa, os pacientes foram orientados a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, concordando com a participação no estudo.

Amostra

A amostra do presente estudo foi constituída por 27 participantes, sendo 15 pacientes pós-AVC, com diagnóstico clínico estabelecido pelo neurologista, que se encontravam em tratamento fisioterapêutico ou em listas de espera nas unidades de atendimento do Sistema Único de Saúde (SUS) na cidade do Natal/RN e por 12 indivíduos saudáveis recrutados no Departamento de Fisioterapia da UFRN.

Critérios de elegibilidade

Os critérios de inclusão foram: pacientes de ambos os sexos, com diagnóstico médico de primeiro episódio de AVC, lesão cerebral unilateral, tempo de lesão a partir de 6 meses, destros, apresentando capacidade de responder aos instrumentos de avaliação, com idade até 70 anos e que não apresentasse sinais de deficiência auditiva e visual primária não corrigidas. Além disso, deveriam ter a capacidade de se manter em posição ortostática, com ou sem dispositivo de auxílio à marcha, condições necessárias para fazer o uso do dispositivo de realidade virtual proposto pelo estudo. Os critérios de exclusão foram: pacientes que apresentassem sinais de negligência unilateral ou sintomas de dor ou mal-estar durante a avaliação, ou que desejassem

a saída do estudo.

Procedimentos

Inicialmente foram coletados os dados demográficos e clínicos da amostra. A National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) foi utilizada para verificar o grau de comprometimento neurológico dos pacientes quanto ao nível de consciência, desvio ocular, paresia facial, linguagem, fala, negligência/extinção, função motora e sensitiva dos membros afetados, assim como a ataxia. Nesta escala o paciente pode obter uma pontuação de 0 a 42, de forma que, quanto maior for a pontuação, maior é o déficit do paciente (Lyden, 2017).

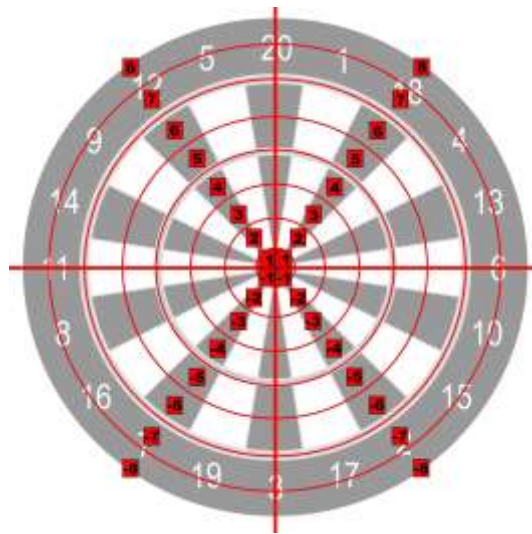
Para avaliar a função motora foi utilizado o subitem do membro superior da escala Fugl-Meyer (FM) em diferentes aspectos: atividade reflexa, movimentos isolados e padrões sinérgicos e não sinérgicos de movimento, controle do punho, atividades da mão, coordenação e a velocidade do movimento. Os escores dessa escala variam entre 0 e 66. O escore total de membro superior pode ser dividido em três categorias: comprometimento leve (58 a 66), moderado (39 a 57) e grave (0 a 38) (Maki et al., 2006).

Após as avaliações dos pacientes, todos os participantes foram submetidos a um treino com jogos de dardos virtual e real, selecionados de forma aleatória. O jogo de dardos virtual utilizado foi o Kinect Sports Season Two do Xbox 360 Kinect®, o qual usa o controle de movimento para mimetizar o lançamento de dardos em um tabuleiro virtual dividido em seções com valores diferentes de pontuação, similar ao tabuleiro de um jogo real de dardos. Durante a jogada, uma mão virtual simula o posicionamento da mão do jogador, através da captura de imagens pela câmera do Kinect. A mira é exibida em tela na forma de um alvo branco, permitindo que o jogador a movimente com maior certeza de onde o dardo pode ser lançado. Nessa etapa o cotovelo deve permanecer semi-flexionado, como se o jogador estivesse realmente segurando um dardo real. Ao realizar o movimento de extensão do cotovelo, a câmera reconhece como um “lance” e o dardo é direcionado para o tabuleiro. O jogo de dardos real era semelhante ao de dardos virtual em tamanho e estrutura e foi localizado na mesma distância do jogo virtual com os participantes na mesma posição.

Os lançamentos foram registrados em uma ficha contendo o painel de lançamento dos dardos, a qual posteriormente foi demarcada em áreas específicas para referenciar a distância do dardo lançado em relação ao centro do painel, que era o alvo e objetivo principal da tarefa (Figura 1). Desse modo, foi traçada uma linha central, dividindo o painel em quadrantes superior e inferior e desenhados círculos, dividindo-o em oito áreas, as quais foram numeradas de 1 a 8 superiormente e de -1 a -8 inferiormente, conforme mostra a Figura 1, à medida que se

distanciava do alvo central. Logo, quanto maior a proximidade do alvo central, menor o erro, sendo o inverso também verdadeiro, quanto menor a proximidade do centro, maior o erro. Quando o participante lançou o dardo em uma área fora do painel, essa tentativa foi numerada como 9 (nove). Os participantes realizaram 15 tentativas em cada jogo.

Figura 1. Painel do jogo de dardos utilizado para registrar os lançamentos, demarcado de 1 a 8 nos quadrantes superiores, e -1 a -8 nos quadrantes inferiores.



Fonte: Autores.

O painel da Figura 1 foi utilizado para o registro dos lançamentos dos dardos, tanto no jogo virtual, quanto no real. É importante observar a numeração que foi colocada no painel, a fim de identificar de que forma se deu o desempenho motor, se os indivíduos fizeram os lançamentos mais predominantemente em um determinado quadrante, ou se os lançamentos foram mais variados.

Análise de dados e estatística

O desempenho em ambos os jogos foi analisado por meio do cálculo das medidas de erros, da seguinte forma: Erro absoluto = foram somados os valores dos erros apresentados em cada tentativa sem sinais algébricos (tratando todos os dados como positivo) e dividido pelo número de tentativas. Erro constante = o cálculo foi realizado através do somatório dos valores dos erros em cada tentativa considerando o sinal algébrico (positivo ou negativo) e dividido pelo número de tentativas. Erro variável = foi calculado através do somatório da diferença entre o valor do erro de cada tentativa e a média do erro constante elevada ao quadrado, depois

dividido pelo número de tentativas. Em seguida, calculava-se a raiz quadrada do resultado.

A análise estatística foi realizada pelo programa SPSS 22.0 (Statistical Package for the Social Science), atribuindo-se o nível de significância de 5% para todos os testes estatísticos. Após a realização do teste Kolmogorov-Smirnov, foi utilizado o teste t' Student não pareado para comparar as características sociodemográficas entre pacientes e indivíduos saudáveis. Também foi realizada a ANOVA two-way para verificar as diferenças nas medidas de erros (absoluto, constante e variável) entre os pacientes e indivíduos saudáveis e entre os jogos virtual e real, com teste *post hoc* de Bonferroni.

3. Resultados e Discussão

Dos 15 pacientes avaliados, 10 eram homens e 5 mulheres. Dos 12 indivíduos saudáveis que participaram da pesquisa, 7 eram homens e 5 mulheres. A Tabela 1 apresenta os dados da amostra quanto à média e desvio padrão da idade, escolaridade, tempo de lesão, grau neurológico (NIHSS) e função motora (Fugl-Meyer).

Tabela 1. Características sociodemográficas e clínicas da amostra. Média \pm desvio padrão e p valor da análise do teste t'Student não pareado.

| | Pacientes | Saudáveis | p valor |
|------------------------|---------------|----------------|---------|
| Idade (anos) | 55,0 \pm 7 | 56,0 \pm 8 | 0,560 |
| Escolaridade (anos) | 9,0 \pm 4,1 | 11,2 \pm 3,9 | 0,410 |
| Tempo de lesão (meses) | 29,8 \pm 22 | - | - |
| NIHSS (escore) | 2,6 \pm 1,8 | - | - |
| Fugl-Meyer (escore) | 48,8 \pm 7 | - | - |

NIHSS= National Institutes of Health Stroke Scale.

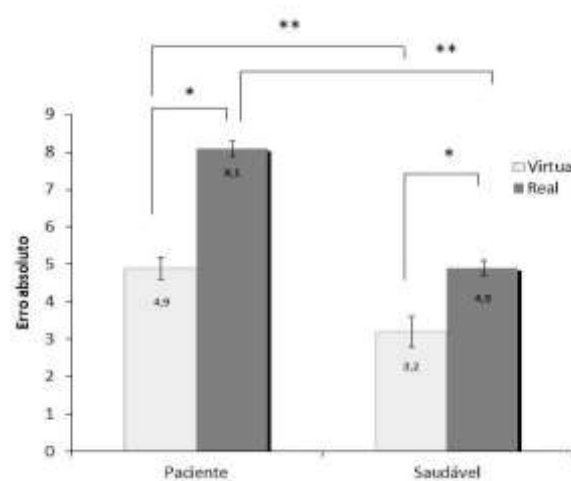
Fonte: Autores.

A Tabela 1 mostra a análise comparativa entre os pacientes e indivíduos saudáveis. Deve-se observar que os valores de p indicam que não houve diferença significativa entre os grupos quanto à idade e escolaridade. A média do tempo de lesão indica que os pacientes estavam na fase crônica do AVC. O escore médio da NIHSS indica grau de comprometimento

neurológico leve e o escore médio da Fugl-Meyer aponta comprometimento moderado da função motora dos pacientes.

Com relação à análise realizada com o EA observou-se diferença significativa entre os pacientes e indivíduos saudáveis no jogo virtual ($p=0,003$) e no jogo real ($p= 0,0001$). Também houve diferença significativa do EA entre os jogos virtual e real para os pacientes ($p= 0,0001$) e para os indivíduos saudáveis ($p= 0,010$) (Figura 2).

Figura 2. Comparação das médias do Erro Absoluto entre pacientes e indivíduos saudáveis e de acordo com o jogo virtual e real.

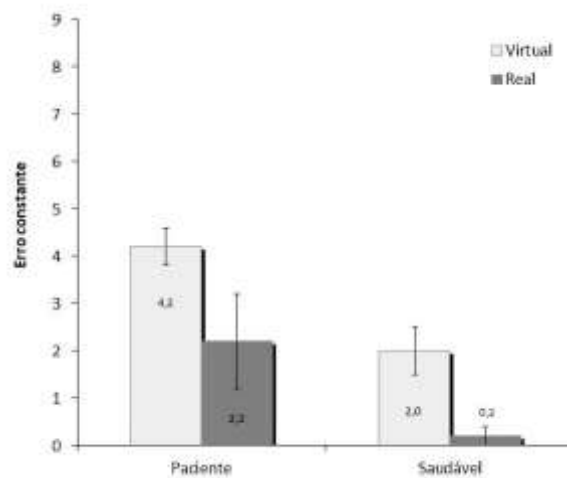


Fonte: Autores.

A Figura 2 mostra os resultados da análise estatística pela ANOVA para o EA *Diferença significativa entre os jogos virtual e real, tanto para os pacientes, quanto para os indivíduos saudáveis. **Diferença significativa entre os pacientes e indivíduos saudáveis nos jogos virtual e real.

Quanto aos resultados da análise do EC não foi encontrada diferença significativa entre pacientes e indivíduos saudáveis no jogo virtual ($p=0,355$) e no jogo real ($p= 0,544$). Também não houve diferença significativa do EC entre os jogos virtual e real para os pacientes ($p= 0,452$) e para os indivíduos saudáveis ($p= 0,474$) (Figura 3).

Figura 3. Comparação das médias do Erro Constante entre pacientes e indivíduos saudáveis e de acordo com o jogo virtual e real.

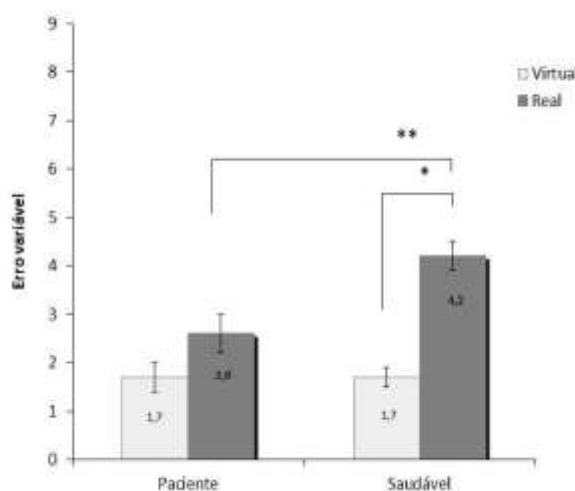


Fonte: Autores.

Na Figura 3 é possível observar que todas as médias encontradas foram com valores positivos, indicando que os erros cometidos pelos pacientes e indivíduos saudáveis se localizaram nos quadrantes superiores do tabuleiro do jogo.

Pela análise do EV não foi verificada diferença significativa entre pacientes e indivíduos saudáveis no jogo virtual ($p=0,406$), mas foi encontrada diferença significativa no jogo real ($p=0,0001$). Não houve diferença significativa do EV entre os jogos virtual e real para os pacientes ($p=0,579$), porém houve diferença significativa para os indivíduos saudáveis ($p=0,005$) (Figura 4).

Figura 4. Comparação das médias do Erro Variável entre pacientes e indivíduos saudáveis e de acordo com o jogo virtual e real.



Fonte: Autores.

A Figura 4 mostra os resultados da análise estatística pela ANOVA para o EV
*Diferença significativa entre os jogos virtual e real, tanto para os para os indivíduos saudáveis.
**Diferença significativa entre pacientes e indivíduos saudáveis no jogo real.

De acordo com os resultados encontrados, verificou-se que os pacientes com AVC podem apresentar comprometimentos motores de leve a moderado, que por sua vez podem prejudicar a sua funcionalidade (Ramos-Lima et al., 2018; Subramanian et al., 2020). Para que a reabilitação neurológica desses pacientes seja realizada de maneira mais eficaz e adequada, uma boa avaliação pode ser determinante para o planejamento terapêutico (Southerland, 2017).

Dessa forma, o presente estudo procurou analisar pacientes pós AVC e indivíduos saudáveis, através da realização de jogos de dardos em ambiente virtual e real. Na análise do EA os resultados demonstraram que os pacientes tiveram menor precisão do desempenho durante a atividade realizada, errando mais do que os indivíduos saudáveis, tanto no jogo virtual, quanto no jogo real. No entanto, verificou-se que os pacientes apresentaram uma melhor precisão do desempenho no jogo de dardos virtual. Esse resultado pode ser justificado pela menor demanda da tarefa no ambiente virtual em relação ao jogo real. No jogo real os participantes precisavam realizar a prensão do dardo e aumentar a força muscular para o lançamento do mesmo, para que a trajetória do dardo pudesse vencer a ação da gravidade.

A literatura refere que o jogo virtual pode promover uma menor compensação do movimento comparado ao ambiente real (Subramanian et al., 2013). Além disso, o jogo no ambiente virtual também proporciona uma maior interação do paciente com a atividade e um maior envolvimento do paciente com a rotina de reabilitação, aumentando assim a adesão do mesmo ao treinamento (Soares et al., 2020). Essa adesão é um dos maiores desafios durante a reabilitação, em função da reabilitação neurológica geralmente requerer um longo período de intervenção (Sardi et al., 2012). Dessa forma, o acréscimo da RV na reabilitação além da terapia convencional é uma tendência efetiva, e estudos clínicos são importantes para a aprovação da eficiência desse modelo de reabilitação.

Outro estudo apontou que a utilização de jogos virtuais no treinamento de pacientes com AVC contribui para a melhora do desempenho motor, porque estes oferecem estímulos multisensoriais, além de feedback adicional durante a tarefa e esse feedback oferecido pelo ambiente virtual contribui para melhorar a percepção de auto movimento, a precisão do posicionamento do membro e o planejamento motor para seleção dos movimentos necessários para execução do jogo (Pieruccini-Faria et al. 2014; Saposnik & Levin (2011)).

No presente estudo, os resultados do EC nos permitiram identificar a magnitude e

direção do erro em relação ao objetivo da tarefa. Os dados obtidos demonstraram que não houve diferença significativa entre o EC em pacientes e indivíduos saudáveis, tanto no jogo em ambiente virtual quanto no jogo em ambiente real, indicando a manifestação de um padrão motor repetitivo em função da constância nos erros cometidos, ou seja, houve uma predominância de lançamentos que ultrapassaram o alvo central, localizando-se mais nos quadrantes superiores, devido a média do EC ter sido positiva. Os participantes possivelmente organizaram seus movimentos durante a mira, a fim de alcançarem um lançamento mais preciso, otimizando a velocidade de movimento e ajustando as trajetórias de acordo com cada tipo de jogo em diferentes demandas ambientais (Elliott et al., 2010). É importante que pesquisas avaliem esse tipo de medida de erro, pois pode permitir analisar melhor se houve predominância de algum padrão motor. Caso o padrão motor não seja adequado ou funcional, ele pode ser corrigido com reeducação através de treinamento, objetivando torná-lo o mais funcional possível (Costa et al., 2019).

Pelos resultados obtidos na análise do EV, a qual consiste na medida de variabilidade do desempenho do indivíduo, não foi verificada diferença significativa entre os pacientes e indivíduos saudáveis no jogo virtual, porém foi encontrada diferença significativa no jogo real, mostrando que os pacientes apresentaram EV mais baixo do que os saudáveis. Esse resultado nos mostra que provavelmente ocorreu predominância de padrões motores durante a realização do movimento de lançamento de dardos realizados pelos pacientes, apresentando mais constância nos erros cometidos, o que pode ser também confirmado quando se faz uma análise conjunta do EC com o EV, observando-se que o valor do EC foi mais alto do que o valor do EV.

Não houve diferença significativa do EV entre os jogos em ambiente virtual e real para os pacientes, mas houve para os indivíduos saudáveis, porque estes tiveram mais variabilidade. Nos pacientes, o fato do EV não ter apresentado diferença significativa, e ambos os resultados terem apresentado EV baixo, indica que eles tendem a errar sempre no mesmo sentido em ambos os ambientes de jogo. Nesse sentido, os resultados encontrados podem servir de base para uma avaliação de medidas de erros no processo de aprendizagem de habilidades motoras na reabilitação neurológica.

As medidas de erro absoluto, constante e variável avaliam diferentes aspectos durante a realização de uma tarefa, por isso, faz-se necessário, durante a intervenção terapêutica, avaliar as três medidas de erro conjuntamente, a fim de identificar se o paciente apresenta precisão (EA), constância na direção da resposta (EC) ou variabilidade (EV). Dessa forma, não há um tipo de erro mais importante para determinar o quadro de comprometimento motor do paciente,

e a junção da avaliação deles determinará qual a melhor conduta terapêutica. De acordo com os resultados encontrados, as medidas de erro também podem ser consideradas como preditoras da evolução do processo de aprendizagem motora. Ao longo de um treinamento, o EA pode determinar o estágio cognitivo, o EC pode expressar o estágio associativo e o EV pode permitir avaliar o estágio autônomo de realização da habilidade motora, principalmente no ambiente virtual (Godinho et al., 2011).

A limitação encontrada no estudo foi a dificuldade de recrutamento de participantes para a pesquisa. Entretanto, os resultados encontrados podem servir de base para uma avaliação de medidas de erros no processo de aprendizagem de habilidades motoras na reabilitação neurológica.

4. Considerações Finais

Os resultados encontrados indicaram que os pacientes tiveram menor precisão, maior consistência de erros e menor variabilidade do desempenho em relação aos indivíduos saudáveis. O jogo virtual proporcionou melhores resultados para os pacientes em comparação ao jogo real, o que pode ser de significativa importância para o planejamento da intervenção terapêutica dos pacientes com AVC. Trabalhos futuros podem ser realizados utilizando um tempo de treinamento maior e associando uma análise cinemática para comparar as estratégias motoras que os pacientes utilizam durante a realização dos jogos virtual e real.

Agradecimentos

O estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001 e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) [n° 477291/2013-9].

Referências

Briggs, R. & O'Neill, D. (2016). Chronic Stroke Disease. *Br J Hosp Med (Lond)*, 77(5), C66-9.

Costa, H., Fernandes, A., Oliveira, D., Brasileiro, J., Ribeiro, T., Vieira, E. & Campos, T. (2019). Intergame Analysis of Upper Limb Biomechanics of Stroke Patients in Real and Virtual

Environment. In Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing. Springer, Cham, 610-17.

Elliott, D, Hansen, S., Grierson, L. E., Lyons, J., Bennett, S. J. & Hayes, S. J. (2010). Goal-Directed Aiming: Two Components but Multiple Processes. *Psychological Bulletin*, 136(6), 1023-44.

Godinho, M., Mendes, R., Melo, F., Matos, R., Barreiros, J. (2011). *Controlo Motor e Aprendizagem: Trabalhos Práticos*. (3. ed.) Cruz Quebrada: Faculdade de Motricidade Humana Serviço de Edições.

Howard, M. C. (2017). A Meta-Analysis and Systematic Literature Review of Virtual Reality Rehabilitation Programs. *Comput Hum Behav*, 70, 317-27.

Lee, K. B., Lim, S. H., Kim, K. H., Kim, K. J., Kim, Y. R., Chang, W. N., Yeom J. W., Kim, Y. D. & Hwang, B. Y. (2015). Six-Month Functional Recovery of Stroke Patients: A Multi-Time-Point Study. *Int J Rehabil Res*, 38(2),173-80.

Lyden, P. (2017). Using the National Institutes of Health Stroke Scale: A Cautionary Tale. *Stroke*, 48(2), 513-19.

Maki, T., Quagliato, E. M. A. B., Cacho, E. W. A., Paz, L. P. S., Nascimento, N. H., Inoue, M. M. E. A. & Viana, M. A. (2006). Estudo de Confiabilidade da Aplicação da Escala de Fugl-Meyer no Brasil. *Rev Bras Fisioter*, 10(2), 177-83.

Massetti, T., da Silva. T. D., Crocetta, T. B., Guarnieri, R., de Freitas, B. L., Bianchi Lopes, P., Watson, S., Tonks, J. & de Mello Monteiro, C. B. (2018). The Clinical Utility of Virtual Reality in Neurorehabilitation: A Systematic Review. *Cent Nerv Syst Dis*, 27(10),1179573518813541.

Pereira, A. S. et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1

Pieruccini-Faria, F., Martens, K. A. E., Silveira, C. R., Jones, J. A. & Almeida, Q. J. (2014). Interactions Between Cognitive and Sensory Load while Planning and Controlling Complex Gait Adaptations in Parkinson's Disease. *BMC Neurology*, 14, 250.

Ramos-Lima, M. J. M., Brasileiro, I. C., Lima, T. L. & Braga-Neto, P. (2018). Quality of Life after Stroke: Impact of Clinical and Sociodemographic Factors. *Clinics (Sao Paulo)*, 8(73), e418.

Sapospnik, G. & Levin, M. (2011). Virtual Reality in Stroke Rehabilitation: A Meta-Analysis and Implications for Clinicians. *Stroke*, 42, 1380-86.

Sardi, M. D., Schuster, R. C. & Alvarenga, L. F. C. (2012). Efeitos da Realidade Virtual em Hemiparéticos Crônicos Pós Acidente Vascular Encefálico. *RBCS*, 10(32), 29-35.

Schmidt, R. A. & Lee, T. D. (2016). *Aprendizagem e Performance Motora: Dos Princípios à Aplicação*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed.

Soares, B.R., Souza, B. M., da Silva, K. C. C., Figueredo, R. C., Gonçalves, D. C. & Chaves, T. V. P. (2020). A Realidade Virtual na Reabilitação do Paciente com Sequelas de Acidente Vascular Encefálico: Uma Revisão Bibliográfica. *RSD*, 9(8), e734986253.

Southerland, A. M. (2017). Clinical Evaluation of the Patient with Acute Stroke. *Continuum (Minneap Minn)*, 23(1, Cerebrovascular Disease), 40-61.

Subramanian, S. K., Baniña, M. C., Sambasivan, K., Haentjens, K., Finestone, H. M., Sveistrup, H. & Levin, M. F. (2020). Motor-Equivalent Intersegmental Coordination is Impaired in Chronic Stroke. *Neurorehabil Neural Repair*, 34, 210-21.

Subramanian, S. K., Lourenco, C. B., Chilingaryan, G., Sveistrup, H. & Levin, M. F. (2013). Arm Motor Recovery Using a Virtual Reality Intervention in Chronic Stroke: Randomized Control Trial. *Neurorehabil Neural Repair*, 27, 13-23.

World Health Organization. (2019). Health topics - Stroke, Cerebrovascular accident. Recuperado de http://www.who.int/topics/cerebrovascular_accident/en/. Acesso em: 14 maio 2019.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Sayara Cristina Batista da Cruz – 20%

Lorena Raquel Dantas de Macedo Borges – 15%

Jacilda Oliveira dos Passos – 15%

Débora Carvalho de Oliveira – 15%

Aline Braga Galvão Silveira Fernandes – 15%

Tania Fernandes Campos – 20%