

**Interface physiohappy no tratamento de punho e mão de criança com paralisia cerebral:
relato de caso**

**Physiohappy interface in the treatment of wrist and hand of a child with cerebral palsy:
case report**

**Interfaz physiohappy en el tratamiento de puños y manos de un niño con parálisis
cerebral: reporte de caso**

Recebido: 13/06/2020 | Revisado: 13/06/2020 | Aceito: 15/06/2020 | Publicado: 28/06/2020

Fernanda Gabrielle Mendonça Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4652-0349>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: fernanda-gabrielle@hotmail.com

Nathalia Priscilla Oliveira Silva Bessa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3160-8102>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: nathyzinhasilva@gmail.com

Rodrigo Henrique Oliveira do Amaral

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5358-9961>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: rodrigohoa@gmail.com

Thaiana Barbosa Ferreira Pacheco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8498-3862>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: thata_fisio2007@yahoo.com.br

Francisco Bianor Souza de Medeiros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4662-2860>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: bianormedeiros@gmail.com

Danilo Alves Pinto Nagem

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4828-1107>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: danilo.nagem@gmail.com

Rummenigge Rudson Dantas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9486-6574>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: rudsondant@gmail.com

Fabrcia Azevedo da Costa Cavalcanti

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1391-1060>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: fabriciacosta@ufrnet.br

Resumo

O objetivo do estudo foi verificar a aplicabilidade da realidade virtual (RV) utilizando a interface de baixo custo PhysioHappy, associada à fisioterapia convencional na reabilitação de punho e mão de indivíduos com Paralisia Cerebral (PC) espástica unilateral. Trata-se de um relato de caso que descreve a reabilitação de uma menina de 12 anos com PC espástica direita unilateral submetida a um tratamento de 12 sessões com fisioterapia convencional e interface PhysioHappy. Verificou-se que a criança melhorou a destreza manual no Box and Block test e a ativação muscular de extensores e flexores de punho e mão aferida através da eletromiografia. Concluiu-se que a interface utilizada associada à fisioterapia convencional pode ser considerada como o tratamento de uma criança com Paralisia Cerebral espástica, expandindo as estratégias terapêuticas existentes.

Palavras-chave: Fisioterapia; Paralisia cerebral; Realidade virtual.

Abstract

The aim of the study was to verify the applicability of virtual reality (VR) using the low-cost PhysioHappy interface, associated to conventional physical therapy in the rehabilitation of wrist and hand of individuals with unilateral spastic Cerebral Palsy (CP). This is a case report that describes the rehabilitation of a 12-year-old girl with unilateral right spastic CP who underwent a 12-session treatment with conventional physiotherapy and the PhysioHappy interface. It was found that the child improved manual dexterity in the Box and Block test and the muscular activation of wrist and hand extensors and flexors measured through electromyography. It was concluded that the interface used associated with conventional physiotherapy can be considered as the treatment of a child with spastic Cerebral Palsy, expanding the existing therapeutic strategies.

Keywords: Physiotherapy; Cerebral palsy; Virtual reality.

Resumen

El objetivo del estudio fue verificar la aplicabilidad de la realidad virtual (VR) utilizando la interfaz de bajo costo PhysioHappy, asociada con la fisioterapia convencional en la rehabilitación de la muñeca y la mano de individuos con parálisis cerebral espástica unilateral (PC). Es un informe de caso que describe la rehabilitación de una niña de 12 años con PC unilateral derecha espástica que se sometió a un tratamiento de 12 sesiones con fisioterapia convencional y la interfaz PhysioHappy. Se descubrió que el niño mejoró la destreza manual en la prueba de Box and Block y la activación muscular de los extensores y flexores de muñeca y mano medidos mediante electromiografía. Se concluyó que la interfaz utilizada asociada con la fisioterapia convencional puede considerarse como el tratamiento de un niño con parálisis cerebral espástica, ampliando las estrategias terapéuticas existentes.

Palabras clave: Fisioterapia; Parálisis cerebral; Realidad virtual.

1. Introdução

A Paralisia Cerebral (PC) é a causa mais comum de incapacidade funcional em crianças e retrata um grupo de desordens permanentes do desenvolvimento do movimento e postura, relacionado a um distúrbio não progressivo que acontece durante a maturação do cérebro fetal ou infantil, o que pode contribuir para limitações na funcionalidade do indivíduo (Rosenbaum et al., 2007). Estima-se que a incidência de PC nos países em desenvolvimento seja de 7 por 1.000 nascidos vivos, já nos países desenvolvidos, a prevalência encontrada varia de 1,5 a 5,9/1.000 nascidos vivos (Zanini, Cemin & Peralles, 2017).

Ela pode ser classificada, a partir do conjunto de características apresentadas, em: atáxica, discinética e espástica (Cans, 2000) A PC espástica é o tipo mais frequente e seus quadros são divididos, anatomicamente, em unilateral ou bilateral. A paralisia espástica unilateral engloba monoparesia e hemiparesia, sendo a última a mais comum (Rosenbaum et al., 2007).

Sabe-se que, em idade precoce, os segmentos mais afetados do membro superior em indivíduos com PC espástica unilateral são o punho e a mão, podendo apresentar também aumento do tônus, alteração na postura e função do membro superior e posturas anormais da mão, interferindo, assim, nas atividades de vida diária e independência funcional (Acar et al., 2016). Nesse sentido, a fisioterapia tem um papel fundamental no tratamento de crianças com PC, atuando nas suas consequências, com o objetivo de promover a máxima funcionalidade possível (Mota, 2018).

Uma das abordagens na reabilitação é o uso da Realidade Virtual (RV), entretanto, a evidência que apoia seu uso para melhorar as funções da mão ainda é limitada (Rathinam, 2019). A RV é definida como o uso de simulações interativas, por meio de uma experiência computadorizada, que apresenta aos usuários oportunidades de execução de tarefas em ambientes virtuais, onde podem estar envolvidos aspectos sensoriais, cognitivos, psicológicos e motores semelhantes aos do mundo real (Ravi, Kumar & Singhi, 2017).

As principais vantagens do seu uso são: as representações de estímulos sensoriais que favorecem a motivação do indivíduo, feedback imediato, armazenamento das atividades pelo computador, possibilidade de graduação da complexidade das tarefas realizadas, estímulo as funções cognitivas e interatividade do paciente com a atividade, permitindo diversão associada a terapia (da Silva Dias et al., 2017).

Nesse sentido, o presente estudo tem o objetivo de verificar a aplicabilidade do PhysioHappy, um dispositivo de RV de baixo custo, associado a fisioterapia convencional como uma proposta terapêutica relevante na reabilitação de punho e mão de crianças com Paralisia Cerebral espástica unilateral.

2. Metodologia

Descrição do Caso

Esta pesquisa configura-se como um estudo piloto de um caso, realizado no Departamento de Fisioterapia da UFRN e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da instituição (CEP-UFRN), nº 2.655.699. A criança foi recrutada por meio da lista de espera de pacientes do Centro de Reabilitação Infantil (CRI) em Natal/RN. Ela e seu responsável foram orientados a assinar o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE, respectivamente, autorizando a participação voluntária da criança.

Para participar deste estudo, a criança deveria obedecer aos seguintes critérios de inclusão: classificação entre I e III no Sistema de Classificação da Habilidade Manual – MACS, classificação entre I e III no Sistema de Classificação da Função Motora Grossa – GMFCS, grau de força muscular igual ou superior a 3, segundo o Teste Muscular Manual – TMM e graduação entre 0 e 2 na escala de avaliação de tônus muscular Ashworth.

Paciente do gênero feminino, 12 anos de idade, destra, com diagnóstico de PC espástica unilateral por hipóxia perinatal, com acometimento do hemicorpo direito.

Apresentou MACS I, GMFCS I, grau 4 de força muscular para flexão e extensão de punho nos dois membros e 0 de espasticidade nos músculos do punho acometido segundo a escala de Ashworth modificada. A criança relata histórico de epilepsia, todavia com última crise há 6 anos, e não apresenta déficits cognitivos, fatores estes que poderiam limitar o tratamento.

A Figura 1 ilustra um fluxograma de acordo com o modelo biopsicossocial proposto pela Classificação Internacional de Funcionalidade (CIF), com o intuito de descrever o estado de saúde da criança.

Figura 1. Fluxograma baseado no modelo da CIF.



Fonte: Autores.

Instrumentos e Procedimentos de Avaliação

Uma ficha de avaliação fisioterapêutica foi utilizada para registro dos dados gerais dos pacientes (identificação, dados clínicos, anamnese e exame físico), além dos escores das

escalas e instrumentos de avaliação aplicados, assim como o histórico de convulsões e sensibilidade fótica.

O Box and block test é um teste simples e de alta confiabilidade utilizado para analisar destreza manual bruta. Ele é composto por uma caixa de madeira de tamanho 53,7 x 25,4 cm dividida em dois compartimentos por uma divisória de 15,2 cm de altura. O procedimento do teste consiste em transportar cubos de madeira de um compartimento e liberá-los no compartimento oposto da caixa o mais rápido possível dentro de 60 segundos, realizando o teste primeiro com uma mão e em seguida com a outra (Golubović & Slavković, 2014).

O MYO Armband é um aparelho de eletromiografia portátil, conectado via Bluetooth, que foi utilizado com o objetivo de analisar a ativação muscular de flexores e extensores de punho, fornecendo dados acerca dos sinais elétricos gerados pela atividade muscular. O dispositivo possui forma de braçadeira e apresenta oito eletrodos de superfície que medem os impulsos elétricos, além de um giroscópio e um acelerômetro de três eixos (Carlson et al., 2017).

A avaliação teve início com o preenchimento da Ficha de avaliação Fisioterapêutica, contendo identificação, dados clínicos, anamnese e exame físico. Durante o exame físico, foi aplicado o MACS, GMFCS, TMM e escala de Ashworth modificada. Depois, realizou-se o Box and block test, com a criança sentada e a caixa apoiada sobre uma mesa de plástico. E por último, foi feita a avaliação por meio do MYO Armband. A criança foi instruída a sentar-se em uma cadeira com apoio para membros superiores; foi posicionado o MYO Armband, dispondo seus eletrodos no ventre muscular. Solicitou-se então os movimentos de flexão e extensão de punho, sendo realizados 5 movimentos de flexão e 5 movimentos de extensão. Os instrumentos foram repetidos na reavaliação, na qual questionou-se também a opinião da criança quanto ao jogo.

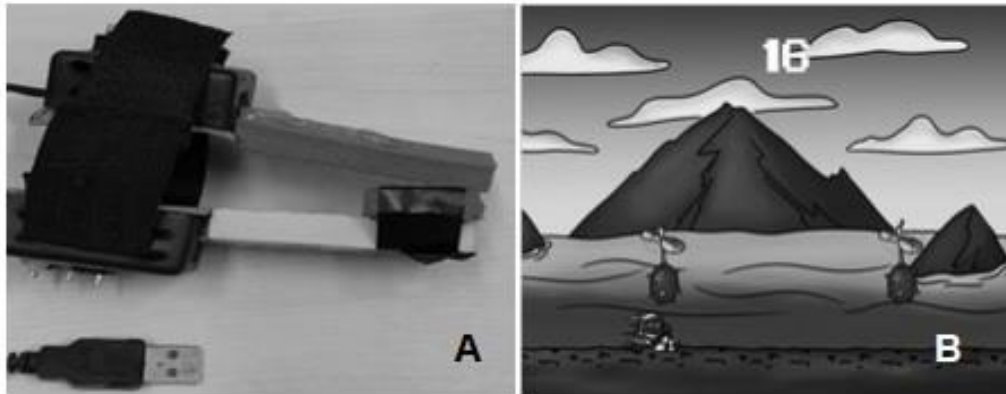
Instrumentos e Procedimentos de Intervenção

O PhysioHappy é um dispositivo de baixo custo, com uma estrutura portátil, que conecta-se ao computador por meio de um cabo USB, sendo capaz de se acoplar à articulação do punho e captar movimentos de flexo-extensão. O dispositivo foi adaptado de acordo com as necessidades da criança. Além disso, foi utilizado o jogo “Exploradores de Concórdia”, criado pelos mesmos pesquisadores que desenvolveram a interface PhysioHappy.

O jogo se passa em um planeta chamado Concórdia e o personagem é um astronauta que explora o planeta enquanto tenta evitar colidir com barreiras no meio ambiente. Para

controlar o personagem, o paciente deve executar uma flexão ou extensão do punho para baixar ou saltar o avatar, respectivamente. O paciente falha no jogo quando o personagem colide com qualquer barreira e quanto mais obstáculos forem ultrapassados, maior a pontuação obtida. A Figura 2 dividi-se em A e B, demonstrando a Interface PhysioHappy (A) e o Jogo Exploradores da Concórdia (B), ambos utilizados na intervenção fisioterapêutica.

Figura 2. Interface PhysioHappy (A) e Jogo Exploradores da Concórdia (B).



Fonte: Autores.

O tratamento durou 12 sessões, sendo a primeira avaliação e a última, reavaliação, totalizando assim, 10 intervenções. As intervenções duraram o tempo médio de 60 minutos, distribuídos da seguinte forma: 20 minutos de terapia convencional, 30 minutos de terapia com realidade virtual (onde para cada 5 minutos de prática havia um intervalo de 5 minutos de repouso) e 10 minutos de orientações de educação em saúde. A terapia convencional consistiu em alongamento passivo da musculatura flexora e extensora de punho e dedos (ênfatizando os seguintes músculos: flexores superficial e profundo dos dedos, flexores ulnar e radial do carpo; palmar longo; extensor de dedos, extensor radial longo do carpo e extensor ulnar do carpo) e mobilização intrarticular de punho e dedos. As orientações de educação em saúde foram explanadas por meio de cartilhas informativas.

Na terapia com RV, a criança sentou-se em uma cadeira a 1,5 metros de distância de uma televisão LED de 42 polegadas, utilizada para projetar os jogos. Os membros superiores foram apoiados em 90° de flexão de cotovelo e em seguida o PhysioHappy foi posicionado no punho da criança. Em um primeiro momento, a criança foi orientada quanto a tarefa que faria, para que em seguida o jogo fosse iniciado. Durante o jogo, o número de movimentos de flexão e extensão feitos pela criança foi contado.

Análises de Dados

Os dados relativos ao Box and Block test e ao número de movimentos de flexão e extensão realizados pela criança durante as sessões de intervenção foram analisados de forma descritiva e seus valores foram apresentados em gráfico e tabela, respectivamente.

O dispositivo Armband MYO possui um processamento interno que não está disponível ao público e oculta parcialmente a interpretação das informações. Os valores da braçadeira MYO podem não ser vistos em termos de milivolts, mas sim como uma magnitude relacionada ao grau de ativação muscular. No entanto, como a análise dos dados deste estudo é realizada como comparação percentual, esse fator não interferiu nos resultados. Esta informação também é válida para solução de problemas devido à baixa frequência do MYO, que é de 200 Hz. Sabe-se que as frequências de amostragem abaixo do estabelecido pelo Teorema de Nyquist podem diminuir o valor médio do sinal EMG nas contrações dinâmicas (Ives & Wigglesworth, 2003). Como em ambas as sessões de avaliação os dados foram adquiridos na mesma frequência, o valor proporcional é mantido.

Os dados coletados foram processados através do MATLAB R2018b (The Math Works, Inc.) e as funções foram fornecidas pela Signal Processing Toolbox. Inicialmente, o sinal foi lido pelo programa e dividido de acordo com a análise. O eletrodo número quatro foi posicionado logo acima da musculatura extensora. Na região oposta, os eletrodos números um e oito demonstraram a maior parte da atividade flexora. Dessa forma, o eletrodo quatro foi definido como extensão e os eletrodos um e oito foram referidos como flexão.

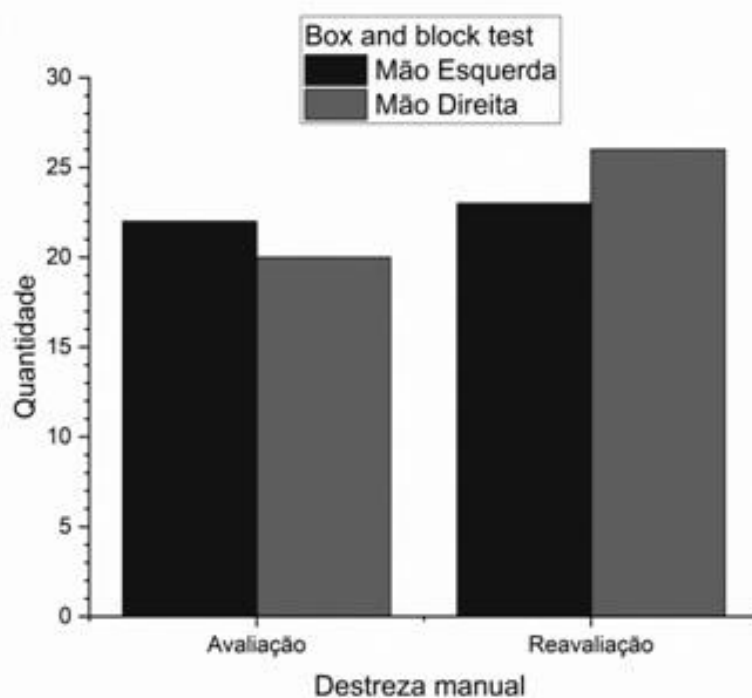
O sinal capturado não apresentou ruído significativo, uma vez que o dispositivo já possui um sistema de filtro interno. No entanto, ainda era necessário remover as frequências baixas usando um filtro Butterworth passa-alta a 10 Hz em todos os sinais obtidos.

Como resultado do aumento do intervalo de tempo entre os movimentos durante as sessões de amostragem, após a filtragem do sinal, as regiões de sinal EMG que representam a contração foram separadas manualmente das regiões de relaxamento muscular. Foram considerados pelo menos dois períodos de contração muscular. De acordo com os valores de ativação apresentados nas regiões de contração, foi realizado um cálculo do valor médio da raiz quadrada para estimar a potência geral de todos os sinais obtidos nas duas sessões de aquisição. Os resultados foram apresentados em um gráfico.

3. Resultados e Discussão

De acordo com o Box and Block test, na avaliação, a criança carregou os cubos de um compartimento para outro da caixa, no intervalo de 60 segundos, 20 vezes com a mão direita e 22 com a esquerda. Enquanto na reavaliação, esses valores foram 26 e 23, respectivamente. A Figura 3 apresenta os dados obtidos pelo Box and Block test e foi observado um aumento considerável considerando o lado tratado em comparação ao lado contralateral.

Figura 3. Representação do resultado obtido pelo Box and Block test.



Fonte: Autores.

A destreza manual é definida como a habilidade de realizar movimentos coordenados da mão e é considerada uma forte preditora de independência funcional para as atividades de vida diária (Golubović & Slavković, 2014). Considerando o resultado obtido pelo Box and Block test, há uma sugestão de melhoria da destreza manual no lado direito.

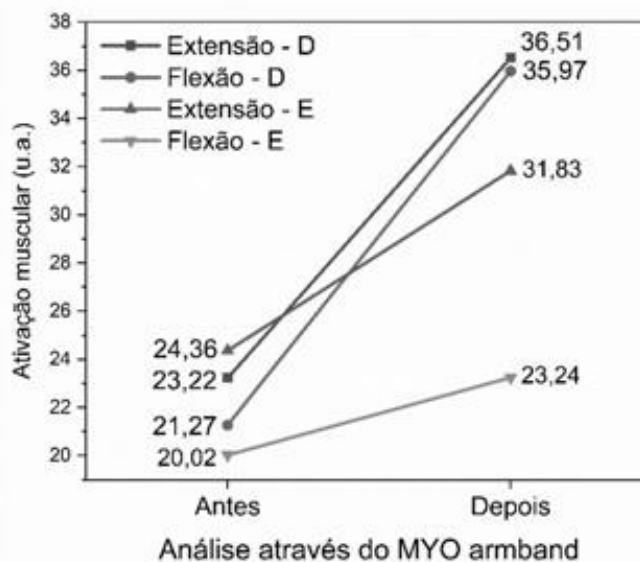
Estudos mostram que alterações no controle motor são fatores associados às disfunções da mão (Golubović & Slavković, 2014; Marneweck et al., 2018). O controle motor consiste na capacidade de coordenar movimentos gerados pela integração entre um comando cerebral e as unidades motoras e está relacionado ao aprendizado motor (do Nascimento Filho

et al., 2017). Por sua vez, a aprendizagem motora é entendida como a mudança na condição do paciente a partir da melhoria permanente ou não do desempenho motor resultante devido à prática repetida (Ren & Wu, 2019).

A realidade virtual é uma ferramenta viável para melhorar a função da extremidade superior em crianças com PC contribuindo também na motivação do paciente (Chen & Howard, 2016; da Silva Dias et al., 2017). Nesse contexto, observou-se que a terapia de RV associada à interface PhysioHappy favoreceu o aprendizado motor por meio de práticas repetidas de movimento, contribuindo para melhoria do controle e coordenação motora e, conseqüentemente, na realização de tarefas e habilidade manuais (Golubović & Slavković, 2014).

A Figura 4 apresenta os valores obtidos para a pré-intervenção de flexão e extensão do punho em ambos os membros, demonstrando que esses valores são próximos. Após a intervenção, observou-se que o lado tratado teve um aumento na ativação muscular de 13,29 (57,24%) para extensão do punho e 14,7 (69,11%) para flexão, enquanto no lado contralateral o aumento foi de apenas 7,47 (30,66%) para extensão do punho e 3,22 (16,08%) para flexão.

Figura 4. Representação do ativação muscular de flexores e extensores de punho utilizando o MYO Armband pré e pós intervenção em ambos os membros.



(u.a = unidade adimensional)

Fonte: Autores.

Na reavaliação, a criança foi ainda questionada sobre a sua impressão em relação ao jogo virtual realizado, levando em consideração o engajamento. Ela relatou ter gostado de

jogar e se sentiu motivada apesar da frustração em alguns momentos do jogo.

As alterações na ativação muscular ocorrida nos músculos espásticos também podem modificar a fisiologia das unidades motoras em pacientes hemiparéticos (Azevedo, 2010). De acordo com estudos eletromiográficos, o sinal de ativação observado no músculo espástico é diferente do segmento corporal não afetado, mostrando uma maior atividade do membro espástico ao repouso e ao reflexo, e menor durante uma contração voluntária máxima (Campos et al., 2013; Rodrigues & navega, 2016).

No presente estudo, os dados analisados indicam que não houve diferença entre os membros em relação à ativação muscular dos flexores e extensores de punho antes da intervenção, o que corrobora com um grau de espasticidade igual a zero obtido pela escala de Ashworth, caracterizando um padrão de ativação discordante do músculo espástico.

O sinal obtido pela eletromiografia é composto pela soma dos potenciais de ação das unidades motoras ativas, o que permite quantificar a ativação neuromuscular em repouso e durante os movimentos. Assim, a amplitude do sinal captado está diretamente relacionada ao recrutamento de unidades motoras (Iunes, 2018). Após a intervenção, houve um aumento na amplitude de ativação muscular em ambos os membros, sendo maior no membro tratado, inferindo-se, desse modo, um conseqüente aumento no recrutamento muscular.

Além disso, entende-se que a contração muscular realizada durante o treinamento físico interfere nas adaptações musculares contribuindo para um maior recrutamento muscular (Abreu, Leal-Cardoso & Ceccatto, 2017). Neste sentido, observa-se que os movimentos são realizados de forma mais funcional durante a terapia com RV em comparação aos estímulos feitos de forma isolada, devido ao componente motivacional do jogo que influencia a prática repetida e promove adaptações musculares (da Silva Dias et al., 2017).

Uma limitação encontrada no estudo está relacionada ao fato de a captação do sinal eletromiográfico ter sido realizada em baixa frequência de amostragem, pois existem músculos com alta frequência de disparo que não foram observados na análise.

Para estudos posteriores, sugere-se um número amostral maior, utilização de mais jogos específicos, adicionar variáveis como amplitude de movimento ativo e força de preensão, que podem influenciar a função da mão. Além de explorar instrumentos para avaliar a atividade e a participação da criança, domínios relacionados à melhoria da função do segmento tratado.

4. Considerações Finais

O uso da terapia convencional associada à realidade virtual através do dispositivo PhysioHappy promoveu efeitos positivos relacionados à destreza manual, além da ativação muscular do punho e mão no lado tratado de uma criança com PC espástica unilateral, beneficiando as funções desses segmentos. Desta forma, destaca-se a importância do desenvolvimento de ferramentas tecnológicas de baixo custo, fáceis de manusear e usar na neuroreabilitação pediátrica, ampliando as estratégias terapêuticas existentes.

No entanto, é importante considerar que este é um estudo inovador e preliminar, e apesar dos resultados serem positivos, eles não podem ser generalizados para todas as crianças com PC espástica unilateral. Serve como base para futuras pesquisas que visam usar o dispositivo analisado para reabilitação de punho e mão, através de estudos mais robustos, tais como ensaios clínicos rigorosos e de qualidade controlada para examinar a melhoria após a terapia.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (Capes) - Código de Financiamento 001 pelo apoio financeiro na realização desta pesquisa.

Referências

Abreu, P., Leal-Cardoso, J. H., & Ceccatto, V. M. (2017). Adaptação do músculo esquelético ao exercício físico: considerações moleculares e energéticas. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 23(1), 60-65.

Acar, G., Altun, G. P., Yurdalan, S., & Polat, M. G. (2016). Efficacy of neurodevelopmental treatment combined with the Nintendo® Wii in patients with cerebral palsy. *Journal of physical therapy science*, 28(3), 774-780.

Azevedo, R. A. N. D. (2010). Análise eletromiográfica do movimento de flexão de punho em indivíduos hemiplégicos espásticos [dissertação]. Presidente Prudente: Universidade Estadual Paulista, Faculdade Ciências e Tecnologia (UNESP), 82 p.

Campos, T. F., Ribeiro, T. S., de Melo, L. P., de Farias, I. M. A., de Macêdo, L. R. D., Dantas, L. T. D. A. B., & Brasileiro, J. S. (2013). Análise eletromiográfica do músculo espástico de pacientes hemiparéticos pré e pós-intervenção fisioterapêutica. *Terapia Manual*, 10(49), 246-252.

Cans, C. (2000). Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 42(12), 816-824.

Carlson, L. E., Choquette, E. J., Ulrey, B. L., & Carley, P. J. (2017). Facilitation of Upper Extremity Rehabilitation Using the Myo Armband. In: 43rd Northeast Bioengineering Conference.

Chen, Y. P., & Howard, A. M. (2016). Effects of robotic therapy on upper-extremity function in children with cerebral palsy: a systematic review. *Developmental neurorehabilitation*, 19(1), 64-71.

da Silva Dias, T., da Conceição, K. F., de Oliveira, A. I. A., & da Silva, R. L. M. (2017). As contribuições da gameterapia no desempenho motor de indivíduo com paralisia cerebral/The contributions of game therapy concerning motor performance of individual with cerebral palsy. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional*, 25(3).

do Nascimento Filho, P. C., Duarte, F. T., Fortes, J. P. A., & Júnior, F. F. U. S. (2017). Alterações no comportamento elétrico cerebral de uma criança com Paralisia Cerebral após atendimento com neurofeedback. *Fisioterapia Brasil*, 18(3), 369-373.

Golubović, Š., & Slavković, S. (2014). Manual ability and manual dexterity in children with cerebral palsy. *Hippokratia*, 18(4), 310.

Iunes, D. H. (2018). Análise eletromiográfica da atividade muscular durante a marcha em crianças, utilizando diferentes tipos de calçados. *Fisioterapia Brasil*, 6(5), 328-331.

Ives, J. C., & Wigglesworth, J. K. (2003). Sampling rate effects on surface EMG timing and amplitude measures. *Clinical biomechanics*, 18(6), 543-552.

Marneweck, M., Kuo, H. C., Smorenburg, A. R., Ferre, C. L., Flamand, V. H., Gupta, D., & Friel, K. M. (2018). The relationship between hand function and overlapping motor representations of the hands in the contralesional hemisphere in unilateral spastic cerebral palsy. *Neurorehabilitation and neural repair*, 32(1), 62-72.

Mota, A. P. (2018). Influência da fisioterapia nas alterações motoras em crianças com paralisia cerebral. *Fisioterapia Brasil*, 7(3), 209-212.

Rathinam, C., Mohan, V., Peirson, J., Skinner, J., Nethaji, K. S., & Kuhn, I. (2019). Effectiveness of virtual reality in the treatment of hand function in children with cerebral palsy: a systematic review. *Journal of Hand Therapy*, 32(4), 426-434.

Ravi, D. K., Kumar, N., & Singhi, P. (2017). Effectiveness of virtual reality rehabilitation for children and adolescents with cerebral palsy: an updated evidence-based systematic review. *Physiotherapy*, 103(3), 245-258.

Ren, Z., & Wu, J. (2019). The Effect of Virtual Reality Games on the Gross Motor Skills of Children with Cerebral Palsy: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(20), 3885.

Rodrigues, A. C. T., & Navega, F. R. F. (2016). Electromyography of the upper limb muscles of patients with hemiparesis using Mirror Therapy. *Rev Ter Ocup Univ São Paulo*, 27, 278-288.

Rosenbaum, P., Paneth, N., Leviton, A., Goldstein, M., Bax, M., Damiano, D., & Jacobsson, B. (2007). A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl*, 109, 8-14.

Zanini, G., Cemin, N. F., & Peralles, S. N. (2017). Paralisia cerebral: causas e prevalências. *Fisioterapia em Movimento*, 22(3).

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Fernanda Gabrielle Mendonça Silva – 24%

Nathalia Priscilla Oliveira Silva Bessa– 12%

Rodrigo Henrique Oliveira do Amaral– 12%

Thaiana Barbosa Ferreira Pacheco – 10%

Francisco Bianor Souza de Medeiros – 10%

Danilo Alves Pinto Nagem– 10%

Rummenigge Rudson Dantas– 10%

Fabírcia Azevedo da Costa Cavalcanti– 12%